Installazione di schermi interni

CS.09

Principio di funzionamento

La misura prevede l'inserimento di sistemi di schermatura solare interni per ridurre il surriscaldamento e controllare l'abbagliamento visivo negli ambienti interni. A seconda dell'orientamento della zona climatica e dell'orientamento della facciata su cui sono applicati devono assumere caratteristiche progettuali differenti. Per ottimizzare l'efficienza energetica è opportuno montare il sistema in prossimità dei vetri.

Nella progettazione del sistema è importante considerare: indice di trasmissione luminosa (τ) e il fattore solare (g) del vetro; *Openness Factor* della schermatura; potenziale formazione di condensa tra vetro e schermatura; resistenza al fuoco.

È importante inoltre scegliere il materiale di finitura delle schermature, valutandone trasparenza e rugosità che condizioneranno le caratteristiche di trasmissione e diffusione della luce solare nell'ambiente.

Applicabilità

L'installazione di un sistema interno di schermatura si integra bene con l'aspetto formale della facciata di un edificio, poiché si tratta di sistemi poco massicci in quanto non devono resistere ai caratteri atmosferici esterni. Generalmente non comporta problemi di fattibilità tecnica È conveniente in climi caldi e temperati, esposte a sud, est o ovest, in cui siano assenti altri tipi di protezione interna o esterna dai raggi solari.

Vantaggi - Svantaggi - Rischi

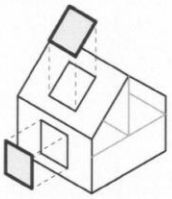
I sistemi interni risultano essere meno efficaci nel ridurre gli apporti termici estivi poiché intercettano la radiazione solare solo dopo il passaggio attraverso la superficie vetrata ed il surriscaldamento della stessa e dei locali interni. Non costituiscono un ulteriore strato per ridurre la dispersione termica dell'edificio. Sono dunque meno vantaggiosi di quelli esterni in termini di efficienza energetica, ma hanno un minore impatto sull'estetica della facciata esterna ed interna, essendo costituiti da materiali di minore impatto visivo. Hanno inoltre costi ridotti. I vantaggi e svantaggi di un sistema di schermatura vanno valutati caso per caso a seconda delle caratteristiche del sistema.

Sinergie e Interazioni

Nella valutazione della convenienza di un sistema di schermatura interna, occorre verificare le caratteristiche energetiche del vetro, la presenza di eventuali pellicole di controllo solare **In.19** o di schermature esterne **In.21**, e la presenza di sistemi di schermatura nell'intorno dell'edificio **In.22**. Nel caso i sistemi esistenti non fossero efficienti a ridurre l'irraggiamento estivo, sarà opportuno dimensionare un sistema esterno.

Alcuni sistemi possono interferire con il comfort visivo dell'utente, mentre altri lo migliorano riducendo i contrasti di luminanza e i fenomeni di abbagliamento. È necessario controllare le caratteristiche di trasparenza delle chiusure trasparenti.

unità tecnologica

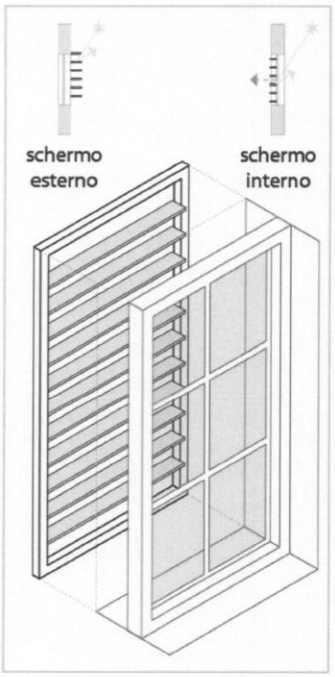


chiusure trasparenti

adeguamento superficiale

integrazione volumetrica

compatibilità			reversibilità			invasività		
B	M	A	B	M	A	B	M	A



azioni: isolare, captare, distribuire, scambiare, accumulare, dissipare

Riferimenti normativi

UNI TS 11300-1:2008, Strumenti per il calcolo e la valutazione degli apporti termici durante il periodo estivo; dettagliato quadro mensile dei fattore di ombreggiatura F.

D. lgs 311.2006: obbligatorietà d'impiego delle schermature solari per edifici di superficie superiore a 1000 m2.

Valori limite del fattore di luce diurna – fare riferimento alla normativa vigente relativa al tipo di funzione installata.

Installazione di schermi esterni

CS.01
B.01
B.01

Principio di funzionamento

La misura prevede l'inserimento di sistemi di schermatura solare esterni per ridurre il surriscaldamento e controllare l'abbagliamento visivo negli ambienti interni. Contribuiscono altresì alla riduzione delle dispersioni termiche invernali poiché costituiscono un ulteriore strato di protezione e creano un intercapedine areata tra schermante e involucro. A seconda dell'orientamento della zona climatica e dell'orientamento della facciata su cui sono applicati devono assumere caratteristiche progettuali differenti. Nella progettazione del sistema è importante considerare: indice di trasmissione luminosa (τ) e il fattore solare (g) del vetro; *Openness Factor* della schermatura; classe di resistenza al vento; resistenza meccanica; resistenza al fuoco. Le schermature si distinguono per modalità di gestione (sistemi fissi o mobili, manuali o meccanizzati) sostanzialmente dipendenti dalla destinazione d'uso dell'edificio, e per geometria (orizzontali, verticali, inclinata) in risposta all'esposizione della facciata e quindi all'inclinazione dei raggi solari incidenti.

Applicabilità

L'installazione di un sistema esterno comporta un intervento significativo sull'aspetto formale della facciata di un edificio. È dunque importante valutarne i caratteri estetici e storici, la compatibilità strutturale e meccanica dell'involucro che deve sostenere il peso della schermatura. Il sistema in sé deve garantire idonee prestazioni di resistenza meccanica agli agenti atmosferici, sicurezza anti-effrazione e facilità di utilizzo e manutenibilità. È conveniente in climi caldi e temperati, su facciate esposte a Sud, Est o Ovest, prestando attenzione alla destinazione d'uso degli ambienti interni.

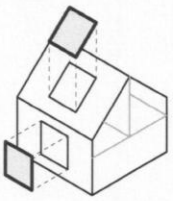
Vantaggi - Svantaggi - Rischi

Risultano essere i più efficaci nel ridurre gli apporti termici estivi poiché intercettano la radiazione solare prima che questa incida sulla superficie vetrata surriscaldandone la superficie e i locali interni. Tuttavia hanno un maggiore impatto sull'estetica della facciata esterna. I vantaggi e svantaggi vanno valutati caso per caso a seconda delle caratteristiche del sistema. Geometria: gli impianti orizzontali sono vantaggiosi per le facciate meridionali, mentre quelli verticali sono più adatti ad est e ovest, dove i raggi solari sono sempre particolarmente inclinati rispetto allo zenit. Gestione: gli elementi fissi richiedono un dimensionamento specifico rispetto all'orientamento e alle dimensioni dell'ambiente e del serramento, hanno un'efficienza energetica inferiore ma maggiore resistenza e durabilità; gli elementi mobili garantiscono un miglior controllo del comfort termico e visivo, l'efficienza dei sistemi è maggiore in particolar modo se ottimizzata da una rete domotica.

Sinergie e Interazioni

Nella valutazione della convenienza, occorre verificare le caratteristiche energetiche e di trasparenza del vetro, la presenza di eventuali pellicole di controllo solare **In.19** o di schermature interne **In.20**, e la presenza di sistemi di schermatura nell'intorno dell'edificio **In.22**. Alcuni sistemi possono interferire con il comfort visivo dell'utente, mentre altri lo migliorano riducendo i contrasti di luminanza e i fenomeni di abbagliamento.

unità tecnologica

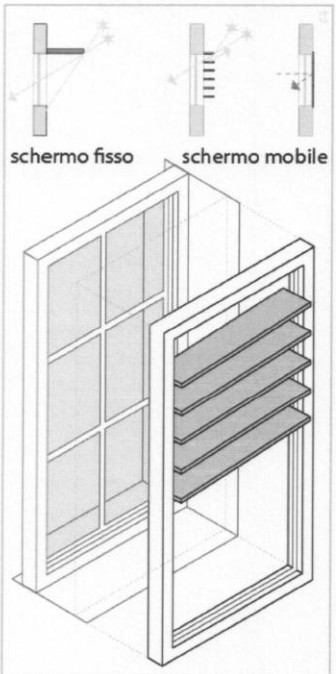


chiusure trasparenti

adeguamento superficiale

integrazione volumetrica

compatibilità			reversibilità			invasività		
B	M	A	B	M	A	B	M	A



azioni: isolare, captare, distribuire, scambiare, accumulare, **dissipare**

Riferimenti normativi

UNI TS 11300-1:2008, Strumenti per il calcolo e la valutazione degli apporti termici durante il periodo estivo; dettagliato quadro mensile dei fattore di ombreggiatura F.
D. lgs 311.2006: obbligatorietà d'impiego delle schermature solari per edifici di superficie superiore a 1000 m2.
Valori limite del fattore di luce diurna – fare riferimento alla normativa vigente relativa al tipo di funzione installata.

Introduzione di sistemi di ombreggiamento all'intorno

Principio di funzionamento

Le strategie di controllo microclimatico esterno presentano un fattore di compatibilità estremamente elevato, poiché migliorano l'efficienza energetica della fabbrica senza alcuna trasformazione diretta; nondimeno, le qualità storico-artistiche dei contesti ambientali degli edifici richiedono un'integrazione anche dal punto di vista compositivo, morfologico ed estetico.
I sistemi di ombreggiamento permettono all'ostruzione e riflessione della radiazione solare, riducendo i guadagni termici delle aree contigue all'edificio e, possibilmente, delle superfici dell'edificio stesso. A causa dei possibili fenomeni di re-irraggiamento, riflessione e assorbimento che possono interessare la radiazione solare all'interno di una complessa morfologia urbana, è necessaria una valutazione dei meccanismi di protezione solare che ne ottimizzi la forma, la posizione e il funzionamento per massimizzare la dispersione dell'energia verso la volta celeste sia durante il giorno, tramite la riflessione della radiazione diretta, che durante la notte, grazie all'apertura dello spazio verso l'atmosfera a temperatura minore.
Le schermature dello spazio aperto si distinguono in naturali e artificiali, oppure in sistemi orizzontali, maggiormente efficaci per schermare i raggi solari provenienti da sud, con un angolo di incidenza elevato nel periodo estivo, o verticali, indicati per la protezione dei bassi raggi provenienti da est e ovest.

Applicabilità

I sistemi vegetali sono particolarmente efficaci in quanto utilizzano la porzione di radiazione solare assorbita per i propri cicli metabolici e i processi di evapo-traspirazione, sottraendo all'aria calore latente evaporativo senza aumento sensibile della propria temperatura, a fronte di un incremento dell'umidità relativa dell'ambiente. I sistemi artificiali di schermatura sono generalmente meno efficaci di quelli naturali, perché riemettono sotto forma di calore parte dell'energia solare assorbita. In base al meccanismo d'uso, si distinguono sistemi di schermatura fissi e mobili. I primi, solitamente meno onerosi in termini di manutenzione e più durevoli, limitano la flessibilità dell'area; i secondi, molto variabili, consentono di ottimizzare guadagni termici e dispersioni stagionali e giornaliere.

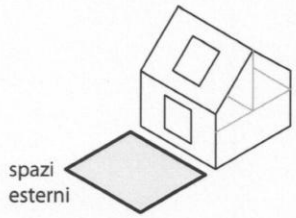
Vantaggi - Svantaggi - Rischi

I sistemi naturali sono maggiormente onerosi in termini economici e di gestione; per ragioni di ottimizzazione, dunque, si raccomanda l'utilizzo di specie autoctone, che fasano la crescita e il ciclo di foliazione con il clima; solitamente, è anche opportuno impiegare specie caducifoglie, che ottimizzano il comportamento estivo e invernale dello spazio. I sistemi artificiali possono essere maggiormente economici e semplici da mettere in opera e possono integrarsi con la morfologia e con il sistema compositivo dello spazio.

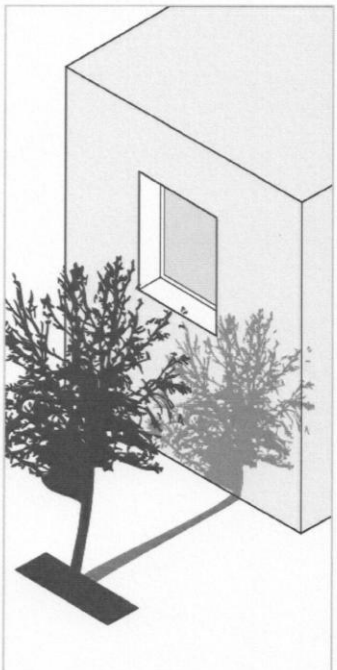
Sinergie e Interazioni

I sistemi di ombreggiamento all'intorno possono integrarsi con le schermature integrate con l'edificio, sia interne **In.20**, che esterne **In.21**.

unità tecnologica



compatibilità			reversibilità			invasività		
B	M	A	B	M	A	B	M	A



azioni: isolare, captare, distribuire, scambiare, accumulare, **dissipare**

Riferimenti normativi

-

Applicazione di una mensola di luce (*lightshelf*)

Principio di funzionamento

La misura prevede l'inserimento di una mensola di luce (*lightshelf*) per schermare la radiazione solare e contemporaneamente illuminare in profondità l'ambiente interno. La mensola è un elemento di ombreggiamento fisso interno o esterno, inserito ad un'altezza superiore rispetto al cono visivo dell'utente, che divide in due la finestra. La superficie superiore della mensola è rivestita con materiale riflettente che permette la riflessione diretta e diffusa dell'illuminazione naturale verso il soffitto dell'ambiente e di seguito verso il locale. La mensola funge anche da sistema di schermatura per la parte inferiore della finestra, impedendo il passaggio dei raggi estivi caratterizzati da grande inclinazione.

Vantaggi - Svantaggi - Rischi

I *lightshelves* favoriscono la penetrazione della luce in profondità, evitando la formazione di abbagliamento visivo e riflesso, fornendo luce diffusa ed evitando il surriscaldamento termico attraverso la vetrazione. Consento una distribuzione uniforme della luce naturale nell'ambiente.
L'efficacia del sistema è legata alle condizioni metereologiche: solo nei giorni di cielo sereno il funzionamento sarà ottimizzato. La mensola deve essere regolarmente mantenuta e pulita al fine di preservare l'efficacia della riflettanza delle superfici. È inoltre necessaria una simulazione del comportamento energetico, luminoso e illuminotecnico per valutare la convenienza del sistema.

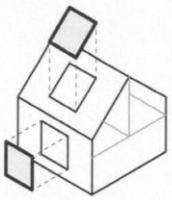
Applicabilità

L'installazione di una mensola di luce comporta un intervento significativo sull'aspetto formale della facciata di un edificio. È dunque importante valutarne i caratteri estetici e storici. È inoltre importante valutare la compatibilità strutturale e meccanica dell'involucro che deve sostenere il peso della mensola. È conveniente in climi caldi e temperati in presenza di ambienti caratterizzati da una elevata profondità, su facciate di scarso valore artistico o in forte stato di degrado esposte a sud, in cui siano assenti altri tipi di protezione interna o esterna dai raggi solari, prestando attenzione alla destinazione d'uso degli ambienti interni.

Sinergie e Interazioni

Nella valutazione della convenienza di un sistema di mensole di luce, occorre verificare le caratteristiche energetiche del vetro, la presenza di eventuali pellicole di controllo solare **In.19** o di schermature interne **In.20**, e la presenza di sistemi di schermatura nell'intorno dell'edificio **In.22**.
Il funzionamento è ottimizzato dalla presenza di pareti interne rivestite con colori chiari e riflettenti (cfr. § 4.1.4). L'inserimento di una mensola può comportare la sostituzione dell'intero serramento **In.7**.

unità tecnologica

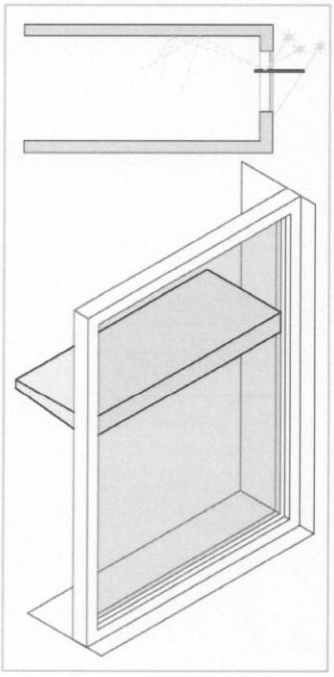


chiusure trasparenti

adeguamento superficiale

integrazione volumetrica

compatibilità			reversibilità			invasività		
B	M	A	B	M	A	B	M	A



azioni: isolare, captare, distribuire, scambiare, accumulare, dissipare

Riferimenti normativi

UNI TS 11300-1:2008, Strumenti per il calcolo e la valutazione degli apporti termici durante il periodo estivo; dettagliato quadro mensile dei fattore di ombreggiatura F.
D. lgs 311.2006: obbligatorietà d'impiego delle schermature solari per edifici di superficie superiore a 1000 m2.
Valori limite del fattore di luce diurna – fare riferimento alla normativa vigente relativa al tipo di funzione installata.

Realizzazione di una serra solare

CS.03	M.01
CS.09	M.08

Principio di funzionamento

La serra costituisce generalmente un volume edilizio chiuso da una o più pareti trasparenti contiguo agli spazi interni fruiti dell'edificio, dotato di massa d'accumulo che garantisce l'attenuazione e lo sfasamento dei picchi termici esterni. In maniera differenziata a seconda delle stagioni, funziona come un filtro climatico per stabilizzare la temperatura interna, migliorare l'efficienza energetica e il comfort degli utenti. In inverno, durante il giorno agisce come captatore e accumulatore della radiazione solare per riscaldare gli ambienti dell'edificio, mentre di notte minimizza le dispersioni per trasmissione dell'involucro edilizio. In estate la presenza di sistemi di schermatura e l'apertura totale delle finestre permette l'ombreggiamento, la ventilazione e il raffrescamento dell'ambiente. Nelle notti estive, l'apertura delle finestre crea dei moti d'aria interni, permettendo il raffrescamento sotto forma di scambio radiativo e convettivo delle masse termiche. In base al posizionamento della serra rispetto all'ambiente da riscaldare (cfr. § 4.4.3) al tipo di trasferimento e distribuzione del calore, le tipologie si distinguono in: serra a scambio convettivo (sfruttano lo scambio di convezione tra serra e ambiente interno, attraverso finestre regolabili inserite nella parete di separazione) e serra a scambio radiativo (sfruttano lo scambio di calore radiante tra la parete di accumulo non isolata e l'ambiente interno).

Applicabilità

Comporta un intervento significativo sull'aspetto formale della facciata di un edificio. È dunque importante valutare i vincoli ed i caratteri estetici e storici, la compatibilità strutturale e meccanica dell'involucro che deve sostenere il peso del sistema. È conveniente in climi caldi e temperati su facciate esposte a Sud, Est o Ovest, analizzando latitudine e orientamento della facciata, temperatura media dell'aria esterna e interna dell'ambiente adiacente alla serra, irradianza globale e intensità del vento, ombreggiamento della serra e modalità d'uso degli utenti.

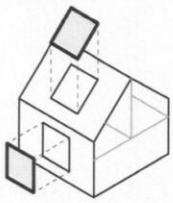
Vantaggi - Svantaggi - Rischi

La serra funziona come un filtro climatico per stabilizzare la temperatura interna, migliorare l'efficienza energetica e il comfort degli utenti. Un sistema correttamente progettato è in grado di minimizzare dispersioni invernali, massimizzare la radiazione captata in inverno, proteggere dalla radiazione estiva, massimizzare le perdite di carico in estate con ventilazione, con conseguenti benefici di risparmio energetico e benessere ambientale. Consente inoltre di ottenere benefici architettonici sia in termini ampliamento dell'edificio, sia in termini di ripensamento dell'utilizzo degli ambienti, consentito dalle nuove prestazioni.

Sinergie e Interazioni

È possibile bilanciare le esigenze usando diverse tipologie di vetrazione e schermatura e utilizzando serramenti completamente apribili, che combinino trasmissione luminosa, trasmittanza termica e fattore solare. Il dimensionamento della massa termica è funzione della quantità di radiazione solare incidente e dei tempi di accumulo e rilascio del calore dei materiali. Lo scambio di tipo convettivo tra serra e ambiente interno può essere ottimizzato da elettro-ventole comandate da un termostato, alla base e alla sommità della separazione.

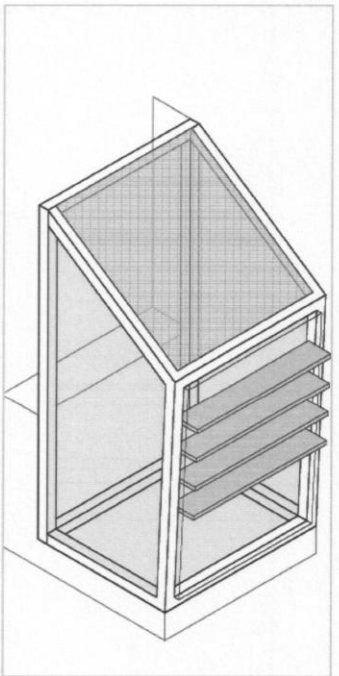
unità tecnologica



adeguamento superficiale

integrazione volumetrica

compatibilità			reversibilità			invasività		
B	M	A	B	M	A	B	M	A



azioni: isolare, captare, distribuire, scambiare, accumulare, dissipare

Riferimenti normativi

UNI EN ISO 13790:2008, Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento.

Realizzazione di camini di luce / *suntube*

CS.05

Principio di funzionamento

La misura (*corelighting*) prevede la realizzazione di un camino di luce (*suntube*) per trasportare l'illuminazione naturale nei locali interni o ipogei dell'edificio privi d'illuminazione diretta. Il sistema è composto da una testa di captazione, un condotto di captazione ed un'unità diffusore. La testa di captazione posta in copertura che raccoglie la radiazione solare diretta e diffusa convogliandola nel condotto luminoso. Può essere fissa o mobile, costituita da lenti e apparecchiature che, grazie a un motore elettrico, segue il moto apparente del sole. Il cavedio di captazione (esistente o di nuova progettazione) di sezione ridotta, trasporta la luce naturale negli ambienti, sfruttando le caratteristiche di materiali riflettenti e speculari di cui è rivestito. Il fattore di rendimento luminoso (l'intensità luminosa trasferita) dipende dalla forma del condotto (rapporto tra aria di sezione e lunghezza e regolarità del contotto) e dal coefficiente di riflessione del rivestimento interno. I materiali utilizzati sono pellicole riflettenti in alluminio o argento, materiali a riflessione interna totale (*Tir*) o gli *Optic Light Film* (*Olf*).
L'unità diffusore re-indirizza e diffonde la radiazione solare trasportata, regolando la luce in entrata nell'ambiente ed eliminando eventuali abbagliamenti.

Applicabilità

La misura è applicabile in presenza di locali interni o ipogei non raggiunti da illuminazione diretta, compatibilmente con i vincoli sulla copertura degli edifici di pregio o in presenza di coperture instabili o altamente degradate che vanno sostituite.

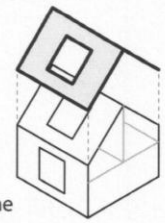
Vantaggi - Svantaggi - Rischi

I vantaggi del sistema sono legati alla riduzione di consumi di energia elettrica per l'illuminazione artificiale e al soddisfacimento del benessere visivo da illuminazione naturale per gli utenti. Inoltre rende possibile sfruttare gli ambienti interni o ipogei privi d'illuminazione diretta. Tuttavia il dimensionamento, la progettazione e la realizzazione del sistema sono abbastanza complesse sul patrimonio edilizio esistente.
I sistemi attivi o mobili consentono di massimizzare la radiazione solare captata, ma necessitano di energia elettrica, al contrario dei sistemi passivi o fissi.

Sinergie e Interazioni

È conveniente verificare l'assenza di ostruzioni che creano ombreggiamento sulle coperture e fare una simulazione del comportamento del camino di luce per verificarne l'efficienza. Il funzionamento è ottimizzato dalla presenza di pareti interne rivestite con colori chiari e riflettenti (cfr. § 4.1.4).

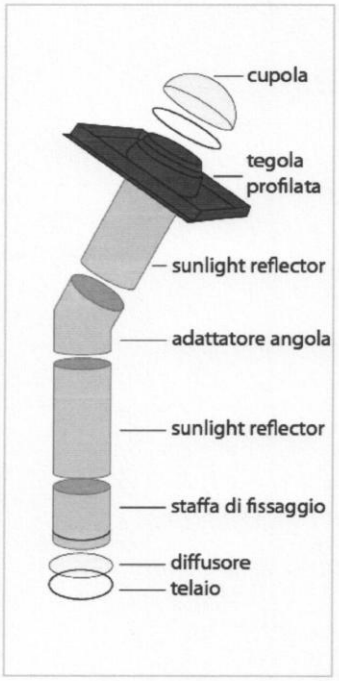
unità tecnologica



adeguamento superficiale

integrazione volumetrica

compatibilità			reversibilità			invasività		
B	M	A	B	M	A	B	M	A



azioni: isolare, captare, distribuire, scambiare, accumulare, dissipare

Riferimenti normativi

UNI TS 11300-1:2008, Strumenti per il calcolo e la valutazione degli apporti termici durante il periodo estivo; dettagliato quadro mensile dei fattore di ombreggiatura F.
D. lgs 311.2006: obbligatorietà d'impiego delle schermature solari per edifici di superficie superiore a 1000 m2.
Valori limite del fattore di luce diurna – fare riferimento alla normativa vigente relativa al tipo di funzione installata.

Realizzazione di un camino di ventilazione

CS.02
CS.05

Principio di funzionamento

L'intervento consiste nell'attivazione di cavedi esistenti o vani di distribuzione, per innescare una ventilazione naturale dell'edificio del tipo "effetto camino". L'effetto camino sfrutta la differenza temperatura dell'aria tra interno ed esterno per estrarre l'aria viziata dagli ambienti ed espellerla verso la volta celeste. Si può ricorrere all'effetto camino fornendo l'edificio di aperture sia in basso che alla sua sommità: l'aria calda salirà naturalmente e uscirà dalle aperture in alto mentre l'aria fredda entrerà attraverso le aperture alla base. La ventilazione con effetto camino, non è molto alta e di norma non si superano i 4–6 rinnovamenti orari dell'aria in un ambiente.

Applicabilità

I camini di ventilazione possono essere attivati in edifici che per conformazione sono dotati di cavedi con sezioni sufficientemente ampie, vani scala, atri, corti chiuse o ulteriori sistemi di connessione verticale. Molti edifici storici hanno impliciti dispositivi di ventilazione spesso in disuso, che possono essere rimessi in funzione dotandoli di controllo intelligente remoto.

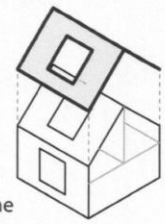
Vantaggi - Svantaggi - Rischi

I sistemi di ventilazione naturale controllata permettono di regolare il comfort termo-igrometrico e ventilativo degli ambienti interni di un edificio. Inoltre sono molto utili per evitare stratificazioni d'aria calda nella parte alta degli ambienti interni e questo è importante soprattutto nel caso di spazi con una grande connessione verticale.
Per la prevenzione antincendi, i rischi derivano dal movimento d'aria ascensionale in vani tecnici che può generare l'accelerazione del processo di combustione in fase di innesco di un incendio nel vano o in locali confinanti e il trasporto di fumi ai locali superiori comunicanti con il vano. Questo procedimento si può ovviare installando chiusure eterne permeabili superiori con modalità d'apertura comandata elettronicamente, in collegamento con sensori di temperatura e rilevatori di fumo, per mantenere il vano sovrappressione (apertura chiusa) durante l'incendio, per poi aprirlo per facilitare l'uscita del fumo, e installando porte resistenti al fuoco e a tenuta d'aria in tutti i locali comunicanti con il vano

Sinergie e Interazioni

Per una buona estrazione dell'aria è utile che vi siano differenze piuttosto rilevanti tra l'aria calda nella parte più alta dell'edificio e l'aria esterna. Per aumentare queste differenze, si possono integrare sistemi che permettono di aumentare la temperatura nella parte più alta del camino, ad esempio il camino solare. Il funzionamento di questo sistema è basato sulla realizzazione di una camera d'aria sul tetto costituita da un captatore, di colore scuro, coperto da un vetro l'aria che si trova nel camino solare, scaldandosi, diminuisce la sua densità e richiama aria nuova dalle aperture inferiori.

unità tecnologica

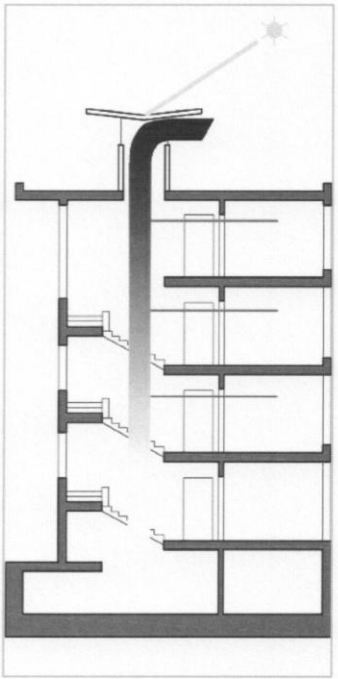


chiusure orizzontali superiori opache

adeguamento superficiale

integrazione volumetrica

compatibilità			reversibilità			invasività		
B	M	A	B	M	A	B	M	A



azioni: isolare, captare, distribuire, scambiare, accumulare, **dissipare**

Riferimenti normativi

UNI EN ISO 13790:2008, Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento.
UNI 10339, Impianti aeraulici ai fini del benessere.

4.1.11 Buone pratiche

CS.01 BORSA DI MALTA

ANTE OPERAM

LOCALIZZAZIONE

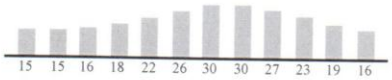
TIPOLOGIA INTERVENTO: Recupero - Rifunzionalizzazione - Efficientazione
LOCALIZZAZIONE: La Valletta, Malta
PROGETTISTI: Architecture Project, Brian Ford & Associates
DESTINAZIONE: Uffici
DATAZIONE IMPIANTO ORIGINALE: XVIII secolo
ANNO DI REALIZZAZIONE INTERVENTO: 2001
COSTO: 2.470 €/mq

Il progetto ha riguardato la rifunzionalizzazione di una cappella settecentesca per alloggiare la Borsa di Malta. Due ali laterali di vetro e acciaio, staccate dalla struttura originale e perfettamente reversibili, alloggiano gli uffici e circondando l'altrio centrale per le attività comuni. Mentre gli uffici sono condizionati, l'atrio viene raffrescato per convezione ed evaporazione da un impianto di ventilazione ibrido. Durante il giorno, l'aria entra dalle aperture in copertura e viene raffrescata e umidificata direttamente da ugelli idraulici, oppure in maniera indiretta da serpentine ad acqua refrigerate; durante la notte, l'aria entra dalle griglie inferiori delle facciate est e ovest e viene spinta verso l'alto per effetto camino, uscendo dalle griglie della copertura. La capacità termica dell'involucro stabilizza le condizioni interne, mentre frangisole in legno sulle finestre riducono i guadagni solari.

DATI CLIMATICI

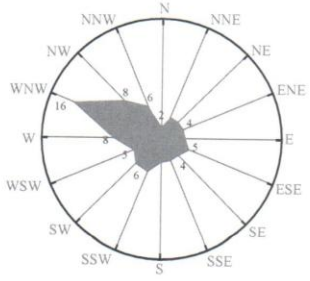
Zona climatica: Csa

Temperature Massime Medie (°C)



Precipitazioni Medie (mm)

Venti Prevalenti



POSIZIONAMENTO

Piccola città

USO

Pubblico

Privato

TESSUTO

Storico

PROMISCUITÀ

Isolato

Addossato

TIPOLOGIA (ante-post)

Chiesa - Borsa

MORFOLOGIA

Blocco

CARATTERI ENERGETICI

Consumi per il raffrescamento ante operam: 103.924 kWh

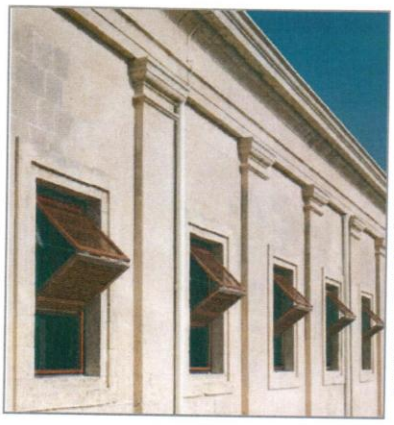
Consumi per il raffrescamento post operam: 54.139 kWh

Risparmio stimato: 3.000 €/anno

FUNZIONI INSTALLATE

Uffici - attivtà culturali

Interventi sull'edificio



I21

Applicazione di schermi esterni

unità tecnologica
chiusure trasparenti verticali

invadenza ■□□ **reversibilità** ■■■ **compatibilità** ■■■

tipo di intervento
adeguamento superficiale

materiali
veneziane di legno a lamelle orizzontali; movimentazione orizzontale

strategie:
- contenimento termico
- accumulo termico
- captazione luminosa
- ▶ schermatura
- dispersione termica

Impianto di raffrescamento in copertura

unità tecnologica
chiusure orizzontali

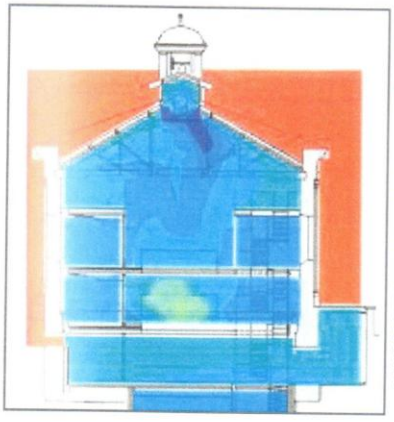
invadenza ■□□ **reversibilità** ■□□ **compatibilità** ■■■

tipo di intervento
adeguamento superficiale

trasmittanza
U: 2,5 Wmq/K

materiali
sistema di ugelli idraulici e serpentine per il raffrscamento dell'aria entrante

strategie:
- contenimento termico
- accumulo termico
- captazione luminosa
- schermatura
- ▶ dispersione termica



Ventilazione naturale diurna e notturna

unità tecnologica
chiusure verticali e orizzontali

invadenza ■■□ **reversibilità** ■■□ **compatibilità** ■■□

tipo di intervento
intervento integrato

materiali
griglie automatizzate in facciata e copertura per la ventilazione naturale

strategie:
- contenimento termico
- accumulo termico
- captazione luminosa
- schermatura
- ▶ dispersione termica

CS.02 BORGO RURALE DI PIANEZZO

VISTA GLOBALE

TIPOLOGIA: Recupero - Rifunzionalizzazione - Efficientazione energetica ed ecologica
LOCALIZZAZIONE: Pianezzo, Canton Ticino, Svizzera
PROGETTISTI: Michele Arnaboldi
DATAZIONE IMPIANTO ORIGINALE: XVIII secolo
ANNO DI REALIZZAZIONE INTERVENTO: 2003
COSTO COMPLESSIVO: recupero 473.000 €; nuovo 600.000 €

Innovazione e conservazione sono i capisaldi del progetto di recupero di un antico nucleo rurale nel Comune di Pianezzo, nella Val Morobbia, composto da sette unità, le cui parti più antiche risalgono al diciottesimo secolo. Il progettista valorizza questo antico agglomerato contadino, ormai abbandonato, trasformandolo in un luogo di lavoro e di abitazione, che si inserisce armonicamente in un paesaggio montano incontaminato e con vista sul Lago Maggiore. Un'azione conservativa unita all'innovazione tecnologica sui cinque rustici più antichi, tutti collegati tra loro, ha permesso di inserire gli spazi per l'atelier, le zone espositive e quelle per gli ospiti. Il tipo di intervento "scatola nella scatola", inizialmente, ha avuto delle ripercussioni sul piano amministrativo e burocratico per l'imposizione del vincolo storico, ma alla fine il progetto ha dimostrato di valorizzare e conservare in maniera esemplare la memoria, la storia e la materia di questo tipo di architettura.

LOCALIZZAZIONE

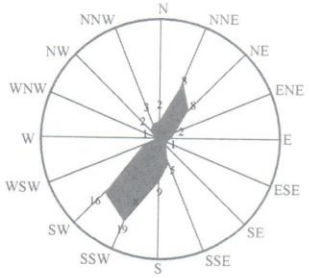
DATI CLIMATICI

Zona climatica: E

Temperature Massime Medie (°C)

Precipitazioni Medie (mm)

Venti Prevalenti



POSIZIONAMENTO

Piccola città

USO

Pubblico

▶ Privato

TESSUTO

Isolato

PROMISCUITÀ

▶ Isolato

Addossato

TIPOLOGIA (ante-post)

Borgo rurale

CARATTERI ENERGETICI

n.a.

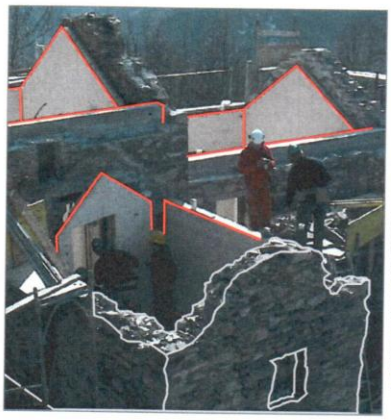
MORFOLOGIA

A grappolo

FUNZIONI INSTALLATE

Casa atelier + spazi espositivi + lavanderia + stanze per ospiti

Interventi sull'edificio



In.6

Isolamento interno / consolidamento

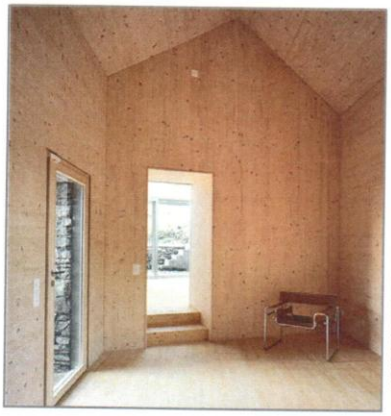
unità tecnologica
chiusure opache orizzontali e verticali

invadenza ■□□ **reversibilità** ■■■ **compatibilità** ■■□

tipo di intervento
integrazione volumetrica

materiali
struttura interna in legno prefabbricata autoportante ad elevato isolamento

strategie:
- ▸ contenimento termico
- accumulo termico
- captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica



In.9

Serramenti ad alte prestazioni

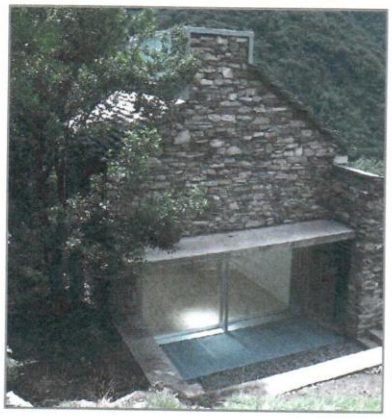
unità tecnologica
chiusure trasparenti verticali

invadenza ■□□ **reversibilità** ■■■ **compatibilità** ■■■

tipo di intervento
adeguamento superficiale

materiali
serramenti con vetrocamera a doppio e triplo vetro

strategie:
- ▸ contenimento termico
- accumulo termico
- ▸ captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica



In.26

Lucernai in copertura

unità tecnologica
chiusure orizzontali

invadenza ■■□ **reversibilità** ■■■ **compatibilità** ■■□

tipo di intervento
integrazione volumetrica

materiali
Aperture per l'illuminazione e il ricambio d'aria sulle coperture crollate

strategie:
- contenimento termico
- ▸ accumulo termico
- ▸ captazione luminosa
- schermatura
- ▸ dispersione termica

CS.03 CASA ARTUSI

VISTA GLOBALE

TIPOLOGIA: Recupero - Conversione - Efficientazione
LOCALIZZAZIONE: Forlimpopoli (Forlì), Italia
PROGETTISTI: N! Studio
DESTINAZIONE: Complesso Museale
DATAZIONE IMPIANTO ORIGINALE: XIV secolo
ANNO DI REALIZZAZIONE INTERVENTO: 2005-2007
COSTO: 3.300.000 € complessivi

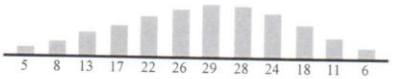
La struttura si colloca nel centro cittadino di Forlimpopoli in Romagna, entro gli spazi di antiche fabbriche conventuali nell'isolato de' Servi, recuperate e trasformate nel museo della cucina dedicato a Pellegrino Artusi. L'intervento di efficientazione ha riguardato principalmente le chiusure esterne: la presenza di elementi decorativi di pregio sulle facciate ha spinto ad adottare un isolamento interno, a cui è abbinata la sostituzione dei serramenti. L'allestimento degli spazi interni ha voluto differenziare il nuovo intervento dalle strutture esistenti, permettendo sempre una rilettura degli spazi originali dell'edificio. Luogo centrale del progetto è la suggestiva corte d'ingresso: la chiusura dello spazio porticato con un buffer space vetrato, oltre a migliorare le prestazioni termiche del sistema, introduce e connette la città e Casa Artusi.

LOCALIZZAZIONE

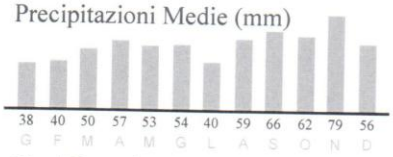
DATI CLIMATICI

Zona climatica: Csa

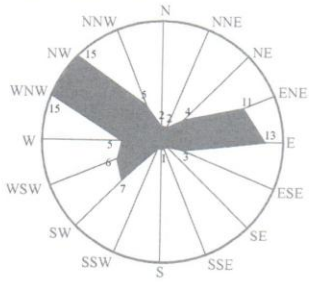
Temperature Massime Medie (°C)



Precipitazioni Medie (mm)



Venti Prevalenti



POSIZIONAMENTO

Piccola Città

USO

Pubblico

Privato

TESSUTO

Storico

PROMISCUITÀ

Isolato

Addossato

TIPOLOGIA (ante-post)

Convento - Museo

CARATTERI ENERGETICI

n. a.

MORFOLOGIA

Corte

FUNZIONI INSTALLATE

Complesso museale + biblioteca + ristorante + sala corsi

Interventi sull'edificio

In.6

Isolamento a fodera interna

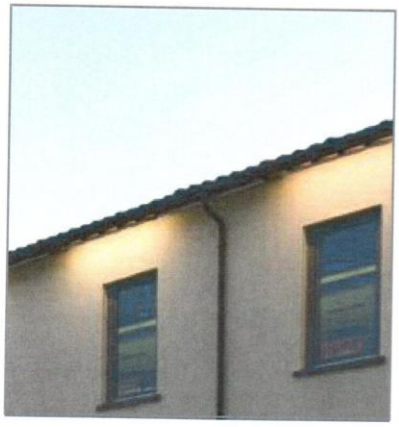
unità tecnologica
chiusure verticali

invadenza ■□□ **reversibilità** ■■□ **compatibilità** ■■■

tipo di intervento
adeguamento superficiale

materiali
isolamento lungo tutto il perimetro interno dell'edificio

strategie:
- ▸ contenimento termico
- accumulo termico
- captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica



In.7

Sostituzione dei serramenti

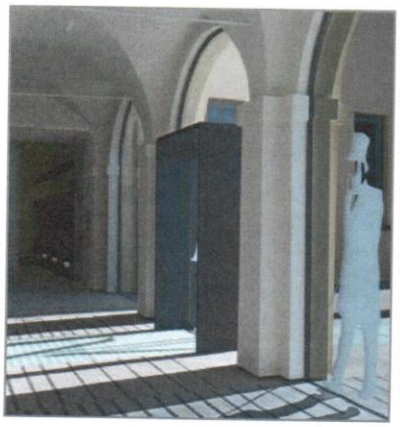
unità tecnologica
chiusure trasparenti verticali

invadenza ■■□ **reversibilità** ■■□ **compatibilità** ■■□

tipo di intervento
adeguamento superficiale

materiali
infissi in legno con vetrocamera a doppio vetro bassoemissivo

strategie:
- ▸ contenimento termico
- ▸ accumulo termico
- ▸ captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica



In.24

Serra nell'area di ingresso

unità tecnologica
chiusure verticali

invadenza ■■□ **reversibilità** ■□□ **compatibilità** ■■■

tipo di intervento
integrazione volumetrica

materiali
chiusura di parte della corte porticata per realizzare una serra vetrata

strategie:
- ▸ contenimento termico
- ▸ accumulo termico
- captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica

CS.04 CASA BORGHESAN

ANTE OPERAM

TIPOLOGIA INTERVENTO: Recupero - Efficientazione
LOCALIZZAZIONE: Padova, Italia
PROGETTISTI: Lucia Corti e Elena Rigano
DESTINAZIONE: Residenza
DATAZIONE IMPIANTO ORIGINALE: 1927
ANNO DI REALIZZAZIONE INTERVENTO: 2008
COSTO: 1.200 €/mq

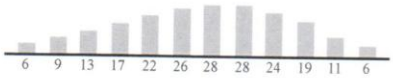
La riqualificazione dell'edificio, risalente al periodo liberty e tutelato, ha coniugato l'ottimizzazione energetica conle necessità di conservazione, raggiungendo la classe energetica A a fronte della salvaguardia del 95% della struttura esistente. Gli interventi di riscaldamento passivo comprendono la riduzione delle dispersioni termiche, attuata attraverso l'isolamento dell'involucro, interno o esterno a seconda delle necessità di tutela del carattere storico-artistico della fabbrica, la sostituzione o il restauro degli infissi per limitarne le dispersioni termiche. Per favorire il raffrescamento e ridurre il ristagno di umidità, viene introdotto uno strato di ventilazione in copertura e un sistema di drenaggio per il piano basamentale, oltre a prevedere un sistema di ventilazione controllata a recupero di calore. La produzione attiva di energia è garantita dall'integrazione di pannelli solari e fotovoltaici sulla falda del tetto esposta a sud.

LOCALIZZAZIONE

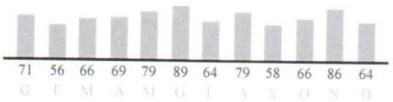
DATI CLIMATICI

Zona climatica: Cfa

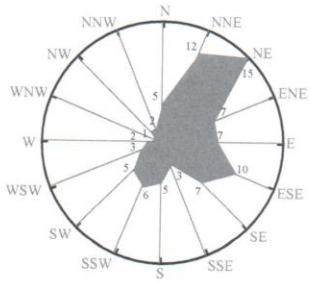
Temperature Massime Medie (°C)



Precipitazioni Medie (mm)



Venti Prevalenti



POSIZIONAMENTO

Media città

USO

Pubblico

Privato

TESSUTO

Consolidato

PROMISCUITÀ

Isolato

Addossato

TIPOLOGIA)ante - post)

Residenziale (villa isolata)

MORFOLOGIA

Blocco

CARATTERI ENERGETICI

Classe energetica ante operam: G

Energia primaria ante operam: 279 kWh/mq/anno

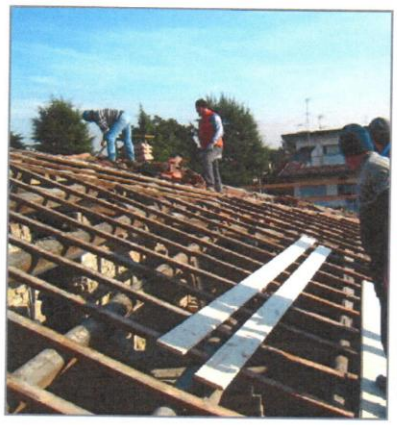
Classe energetica post operam: A

Energia primaria post operam: 38 kWh/mq/anno

FUNZIONI INSTALLATE

Residenza

Interventi sull'edificio



In.2

Copertura ventilata

unità tecnologica
chiusure orizzontali superiori

invadenza ■□□ **reversibilità** ■■□ **compatibilità** ■■■

tipo di intervento
adeguamento superficiale

trasmittanza
U: 0,45 Wmq/K

materiali
20 cm di pannelli di fibra di legno, guaina, listellatura per ventilazione; coppi esistenti

strategie:
- ▶ contenimento termico
- accumulo termico
- captazione luminosa
- schermatura
- ▶ dispersione termica

In.4

Isolamento esterno a cappotto

unità tecnologica
chiusure verticali e orizzontali

invadenza ■■□ **reversibilità** ■□□ **compatibilità** ■■□

tipo di intervento
adeguamento superficiale

trasmittanza
U: 0,40 Wmq/K

materiali
12 cm di isolamento in fibra di legno

strategie:
- ▶ contenimento termico
- accumulo termico
- captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica

In.6

Isolamento a fodera interna

unità tecnologica
chiusure verticali

invadenza ■□□ **reversibilità** ■■□ **compatibilità** ■■■

tipo di intervento
adeguamento superficiale

trasmittanza
U: 0,60 Wmq/K

materiali
6 cm di isolamento in fibra di legno interno per preservare le modanature esterne

strategie:
- ▶ contenimento termico
- accumulo termico
- captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica

Interventi sull'edificio

In.9

Sostituzione dei serramenti

unità tecnologica
chiusure trasparenti verticali

invadenza ■■□ **reversibilità** ■□□ **compatibilità** ■■□

tipo di intervento
adeguamento superficiale

trasmittanza
U: n.a.

materiali
serramenti in legno-alluminio con vetrocamera riempita di argon

strategie:
- ▸ contenimento termico
- ▸ accumulo termico
- ▸ captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica

In.11

Restauro dei serramenti esistenti

unità tecnologica
chiusure trasparenti verticali

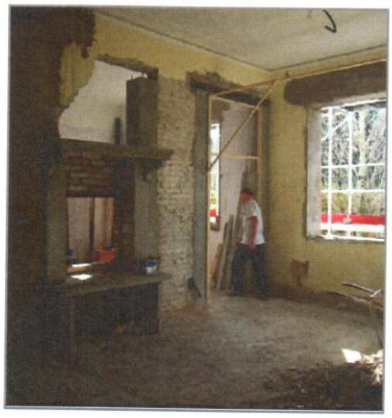
invadenza ■□□ **reversibilità** ■□□ **compatibilità** ■■■

tipo di intervento
adeguamento superficiale

trasmittanza
U: 1,6 Wmq/K

materiali
sostituzione del vetro singolo con vetrocamera; guarnizioni al neoprene

strategie:
- ▸ contenimento termico
- ▸ accumulo termico
- ▸ captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica



In.15

Isolamento all'intradosso del solaio

unità tecnologica
chiusure orizzontali inferiori

invadenza ■■□ **reversibilità** ■□□ **compatibilità** ■■■

tipo di intervento
adeguamento superficiale

trasmittanza
U: 0,42 Wmq/K

materiali
pannelli di fibra di legno e di vetro cellulare sotto il pavimento

strategie:
- ▸ contenimento termico
- accumulo termico
- captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica

Interventi sull'edificio

In.9

Sostituzione dei serramenti

unità tecnologica
chiusure trasparenti verticali

invadenza ■■□ **reversibilità** ■□□ **compatibilità** ■■□

tipo di intervento
adeguamento superficiale

trasmittanza
U: n.a.

materiali
serramenti in legno-alluminio con vetrocamera riempita di argon

strategie:
- ▸ contenimento termico
- ▸ accumulo termico
- ▸ captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica

In.11

Restauro dei serramenti esistenti

unità tecnologica
chiusure trasparenti verticali

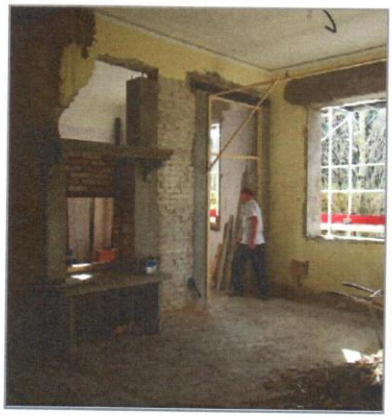
invadenza ■□□ **reversibilità** ■□□ **compatibilità** ■■■

tipo di intervento
adeguamento superficiale

trasmittanza
U: 1,6 Wmq/K

materiali
sostituzione del vetro singolo con vetrocamera; guarnizioni al neoprene

strategie:
- ▸ contenimento termico
- ▸ accumulo termico
- ▸ captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica



In.15

Isolamento all'intradosso del solaio

unità tecnologica
chiusure orizzontali inferiori

invadenza ■■□ **reversibilità** ■□□ **compatibilità** ■■■

tipo di intervento
adeguamento superficiale

trasmittanza
U: 0,42 Wmq/K

materiali
pannelli di fibra di legno e di vetro cellulare sotto il pavimento

strategie:
- ▸ contenimento termico
- accumulo termico
- captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica

Interventi sull'edificio

In.16-17

Bonifica dell'umidità di risalita

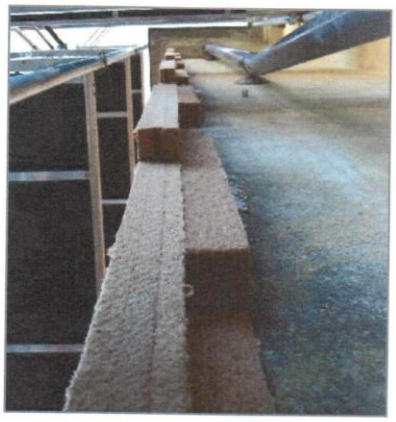
unità tecnologica
chiusure orizzontali inferiori

invadenza ■■■ **reversibilità** ■□□ **compatibilità** ■□□

tipo di intervento
adeguamento superficiale

materiali
drenaggio in ghiaione; iniezione di cemento osmotico

strategie:
- contenimento termico
- accumulo termico
- captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica



Impianto di ventilazione controllata

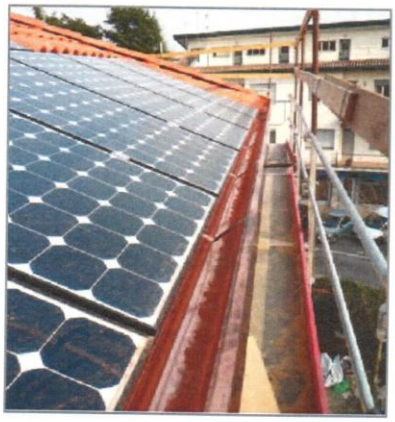
unità tecnologica
partizioni interne - controsoffitti

invadenza ■□□ **reversibilità** ■■■ **compatibilità** ■□□

tipo di intervento
adeguamento puntuale

materiali
sistema di ventilazione forzata con recupero di calore

strategie:
- ▶ contenimento termico
- accumulo termico
- captazione luminosa
- schermatura
- ▶ dispersione termica



Integrazione di pannelli solari

unità tecnologica
chiusure orizzontali superiori

invadenza ■□□ **reversibilità** ■■■ **compatibilità** ■□□

tipo di intervento
adeguamento superficiale

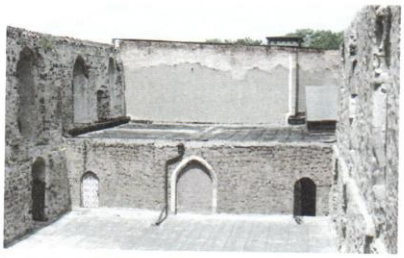
potenza picco
P: 2.795 W(fotovoltaico)

materiali
pannelli policristallini fotovoltaici; collettori termici tubolari sottovuoto

strategie:
- contenimento termico
- ▶ accumulo termico
- captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica

CS.05 CASTELLO DI MORITZBURG

ANTE OPERAM



TIPOLOGIA: Recupero - Conversione - Efficientazione
LOCALIZZAZIONE: Halle Saale, Germania
PROGETTISTI: Nieto Sobejano Arquitectos
DESTINAZIONE: Complesso Museale
DATAZIONE IMPIANTO ORIGINALE: 1290
ANNO DI REALIZZAZIONE INTERVENTO: 1992
COSTO: n.a.

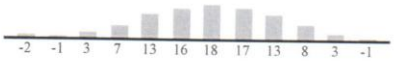
LOCALIZZAZIONE

Moritzburg fa parte dei castelli tedeschi del tardo Medioevo e fu ridotto in rovina durante la Guerra dei Trentanni. Dal 1904, il museo municipale di arti e mestieri è stato ospitato nell'ala Sud e Est: con questo intervento di recupero, le rovine a Nord e Ovest sono state recuperate per ralizzare nuovi spazi espositivi. La copertura, crollata, viene rimpiazzata da un tetto rivestito in alluminio, integrato con lucernai conici disposti in maniera irregolare, prospicenti verso l'esterno e l'interno, in armonia con le esistenti strutture irregolari. La nuova torre distributiva, che sostituisce il bastione sud-ovest, e l'entrata che si proietta oltre la facciata, richiamano formalmente il tetto. Gli interni dell'ala ovest e nord rimangono intatti e vengono consolidati. L'intero primo piano consiste in uno spazio unico che consente grande flessibilità; le passerelle distributive sono appese alla struttura del tetto, senza incidere sull'impianto originale.

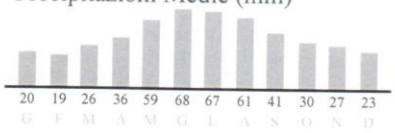
DATI CLIMATICI

Zona climatica: D

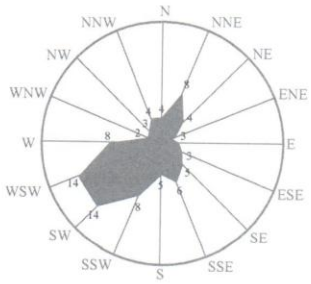
Temperature Massime Medie (°C)



Precipitazioni Medie (mm)



Venti Prevalenti



POSIZIONAMENTO

Media Città

TESSUTO

Storico

USO

Pubblico

Privato

PROMISCUITÀ

Isolato

Addossato

TIPOLOGIA EDIFICIO

Fortezza - Museo

CARATTERI ENERGETICI

n.a.

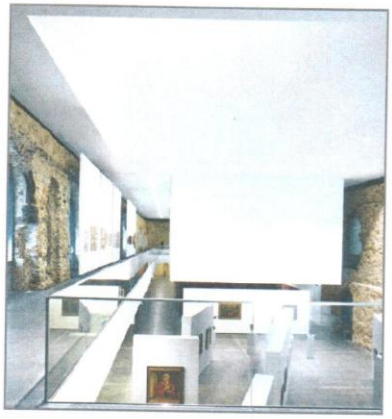
MORFOLOGIA

Corte

FUNZIONI INSTALLATE

Complesso museale + bookshop + caffetteria + parcheggio

Interventi sull'edificio



In.2

Copertura isolata ventilata

unità tecnologica
chiusure orizzontali

invadenza ■■■ **reversibilità** ■■□ **compatibilità** ■■■

tipo di intervento
adeguamento superficiale

materiali
Rifacimento della copertura in metallo su 16 cm di isolante termico

strategie:
- ▶ contenimento termico
- accumulo termico
- captazione luminosa
- schermatura
- ▶ dispersione termica

In.25-26

Lucernai e camini di ventilazione

unità tecnologica
chiusure orizzontali

invadenza ■■■ **reversibilità** ■□□ **compatibilità** ■■■

tipo di intervento
integrazione volumetrica

materiali
aperture vetrate in copertura per l'illuminazione e la ventilazione

strategie:
- ▶ contenimento termico
- accumulo termico
- ▶ captazione luminosa
- schermatura
- ▶ dispersione termica

Ventilazione naturale

unità tecnologica
chiusure verticali e orizzontali

invadenza ■□□ **reversibilità** ■■■ **compatibilità** ■■■

tipo di intervento
adeguamento superficiale

materiali
meccanizzazione delle aperture per la ventilazione naturale

trasmittanza
U: 1,5 Wmq/K

strategie:
- ▶ contenimento termico
- accumulo termico
- ▶ captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica

CS.06 EDIFICIO PER UFFICI DI RUE FAURIEL

VISTA GLOBALE

TIPOLOGIA INTERVENTO: Recupero - Riconversione - Efficientazione
LOCALIZZAZIONE: Saint Etienne, Francia
PROGETTISTI: Atelier d'Architecture RIVAT
DESTINAZIONE: Uffici
DATAZIONE IMPIANTO ORIGINALE: 1902
ANNO DI REALIZZAZIONE INTERVENTO: 2012
COSTO: 1.000 €/mq

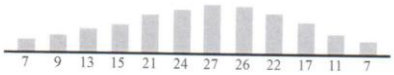
La riqualificazione energetica e la coversione in ufficio dell'edificio della Borsa di Saint Etienne ha previsto l'ottimizzazione del comportamento termoigrometrico dell'edificio, caratterizzato dalla presenza di ampie vetrate verso sud e dalla chiusura della facciata nord. I serramenti esistenti in facciata e copertura sono stati sostituiti con doppi e tripli vetri, che aumentano l'accumulo termico e riducono le dispersioni della facciata; inoltre, è stata prevista la realizzazione di un isolamento interno continuo lungo tutta la superficie dell'involucro, in modo da ridurre significativamente i ponti termici. La climatizzazione è affidata a un impianto geotermico con sonde verticali connesso a una caldaia a pompa di calore; la ventilazione è controllata e si affianca a un sistema di recupero del calore.

LOCALIZZAZIONE

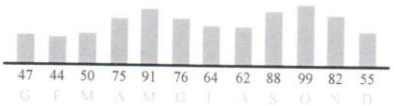
DATI CLIMATICI

Zona climatica: Cfa

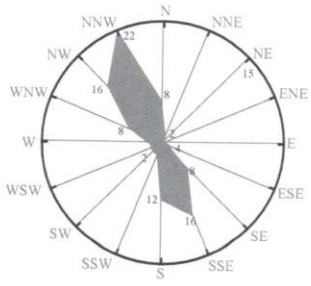
Temperature Massime Medie (°C)



Precipitazioni Medie (mm)



Venti Prevalenti



POSIZIONAMENTO

Media città

USO

Pubblico

Privato

TIPOLOGIA (ante-post)

Borsa - Uffici

MORFOLOGIA

Blocco

TESSUTO

Consolidato

PROMISCUITÀ

Isolato

Addossato

CARATTERI ENERGETICI

Classe energetica ante operam: G

Energia primaria ante operam: 801 kWh/mq/anno

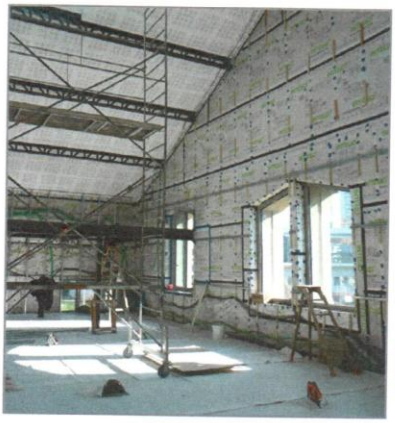
Classe energetica post operam: A

Energia primaria post operam: 33 kWh/mq/anno

FUNZIONI INSTALLATE

Uffici + Attività culturali

Interventi sull'edificio



In.6

Isolamento a fodera interna

unità tecnologica
chiusure verticali e orizzontali

invadenza ■□□ **reversibilità** ■■□ **compatibilità** ■■■

tipo di intervento
adeguamento superficiale

materiali
30 cm di lana di vetro lungo tutto il perimetro interno dell'edificio

strategie:
- ▶ contenimento termico
- accumulo termico
- captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica

In.8

Sostituzione dei serramenti

unità tecnologica
chiusure trasparenti verticali e orizzontali

invadenza ■■□ **reversibilità** ■■□ **compatibilità** ■■□

tipo di intervento
adeguamento superficiale

materiali
serramenti in alluminio con vetrocamera a doppio e triplo vetro

strategie:
- ▶ contenimento termico
- ▶ accumulo termico
- ▶ captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica

Impianto di riscaldamento geotermico

unità tecnologica
partizioni orizzontali interne

invadenza ■■□ **reversibilità** ■□□ **compatibilità** ■■■

tipo di intervento
adeguamento superficiale

materiali
sonde geotermiche verticali connesse al riscaldamento a pavimento

strategie:
- contenimento termico
- accumulo termico
- captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica

CS.07 EDIFICIO RESIDENZIALE A MONACO

ANTE OPERAM

TIPOLOGIA: Recupero - Efficientazione energetica
LOCALIZZAZIONE: Monaco di Baviera, Germania
PROGETTISTI: Hild und K
DESTINAZIONE: Residenze
DATAZIONE IMPIANTO ORIGINALE: XVIII secolo
ANNO DI REALIZZAZIONE INTERVENTO: 2004
COSTO: n.a.

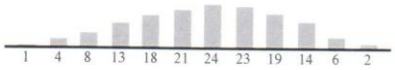
L'edificio, soggetto a tutela e situato nel centro storico di Monaco, ha subito negli anni '90 un restauro non autorizzato molto invasivo, che ha riguardato ilrifacimento della facciata, laggiunta di stucchi, l'innalzamento di un piano. Nel 2004, è stato avviato un intervento di rispristino delle condizioni originali dell'immobile, integrato con l'aumento delle sue prestazioni termiche. In particolare, dopo aver eliminato le superfetazioni, la coibentazione dell'involucro è stata ottimizzata introducendo uno strato di isolamento interno traspirante, che risvolta sulle chiusure orizzontali inferiori ed è accoppiato all'isolamento esterno degli imbotti delle finestre per limitare i ponti termici di forma. Inoltre, gli infissi originali in legno sono stati restaurati per migliorarne l'isolamento e la tenuta all'aria, mentre i vetri esistenti sono stati sotituiti con doppi vetri bassoemissivi.

LOCALIZZAZIONE

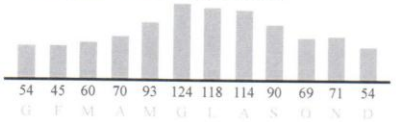
DATI CLIMATICI

Zona climatica: Cfb

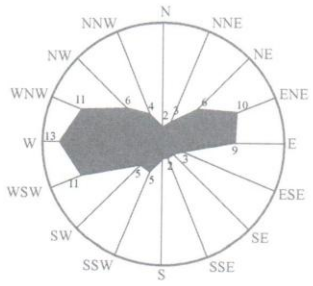
Temperature Massime Medie (°C)



Precipitazioni Medie (mm)



Venti Prevalenti



POSIZIONAMENTO

Metropoli

TESSUTO

Storico

USO

Pubblico

Privato

PROMISCUITÀ

Isolato

Addossato

TIPOLOGIA (ante-post)

Residenza

CARATTERI ENERGETICI

Classe energetica ante operam: G

Classe energetica post operam: B

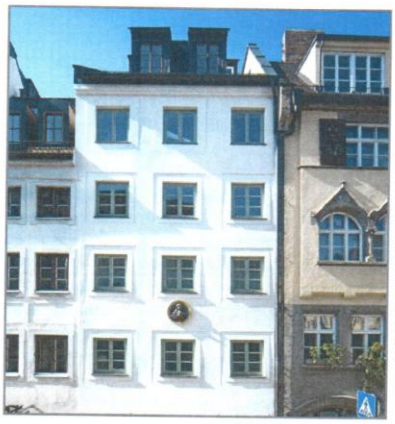
MORFOLOGIA

Linea

FUNZIONI INSTALLATE

Residenza + commercio

Interventi sull'edificio



In.6

Isolamento interno

unità tecnologica
chiusure verticali

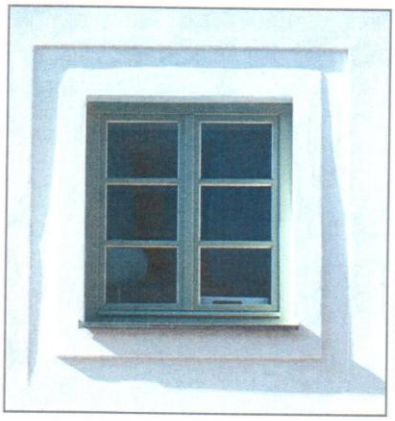
invadenza ■□□ **reversibilità** ■□□ **compatibilità** ■■■

tipo di intervento
adeguamento superficiale

trasmittanza
U: 0,3 Wmq/K

materiali
10 cm di isolamento fibroso traspirante sulla facciata interna e negli imbotti

strategie:
- ▶ contenimento termico
- accumulo termico
- captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica



In.8

Vetrocamera nell'infisso esistente

unità tecnologica
chiusure trasparenti verticali

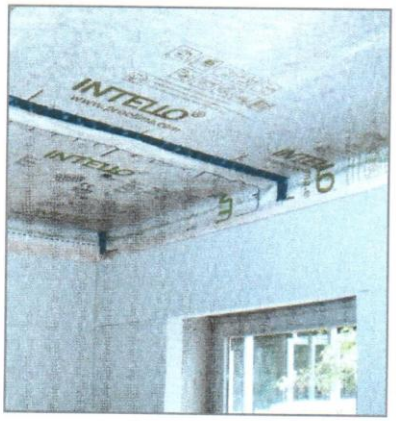
invadenza ■□□ **reversibilità** ■□□ **compatibilità** ■■■

tipo di intervento
adeguamento superficiale

trasmittanza
U: 1,5 Wmq/K

materiali
integrazione nell'infisso di legno di un doppio vetro bassoemissivo

strategie:
- ▶ contenimento termico
- accumulo termico
- ▶ captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica



In.15

Intonaco termoisolante attacco a terra

unità tecnologica
chiusure torizzonali inferiori

invadenza ■□□ **reversibilità** ■□□ **compatibilità** ■■■

tipo di intervento
adeguamento superficiale

trasmittanza
U: 1,5 Wmq/K

materiali
intonaco termoisolante all'estradosso del solaio su cantina

strategie:
- ▶ contenimento termico
- accumulo termico
- ▶ captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica

CS.08 PALAZZO BENATTI

VISTA GLOBALE

LOCALIZZAZIONE

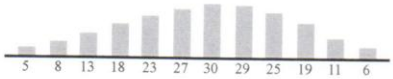
TIPOLOGIA INTERVENTO: Recupero - Efficientazione energetica ed ecologica
LOCALIZZAZIONE: Modena, Italia
PROGETTISTI: Stefano Delli
DESTINAZIONE: Residenze
DATAZIONE IMPIANTO ORIGINALE: XVII secolo
ANNO DI REALIZZAZIONE INTERVENTO: 2007
COSTO: 2.000 €/mq

Il recupero di Palazzo Benatti, un edificio storico nel centro di Modena, presenta una forte attenzione per i temi del risparmio energetico e della compatibilità ecologica. A seconda dell'orientamento e del valore storico-artistico delle superfici, la riqualificazione dell'involucro ha previsto l'adozione di uno strato isolante interno, esterno o di un intonaco termoisolante, nel rispetto degli aspetti termoigrometrici della fabbrica; secondo lo stesso principio, i serramenti storici sono stati ristrutturati e integrati con un secondo serramento interno. Gli impianti di climatizzazione sono stati sostituiti da sistemi radianti a pavimento e pareti, alimentati da pannelli solari in copertura. I materiali impiegati sono in massima parte ecocompatibili e implementabili a secco.

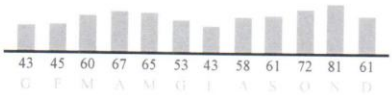
DATI CLIMATICI

Zona climatica: Cfa

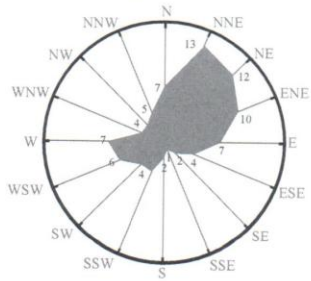
Temperature Massime Medie (°C)



Precipitazioni Medie (mm)



Venti Prevalenti



POSIZIONAMENTO

Media città

USO

Pubblico

▶ Privato

TESSUTO

Storico

PROMISCUITÀ

Isolato

▶ Addossato

TIPOLOGIA (ante-post)

Residenza

MORFOLOGIA

Linea

CARATTERI ENERGETICI

Classe energetica ante operam: G

Energia primaria ante operam: 350 kWh/mq/anno

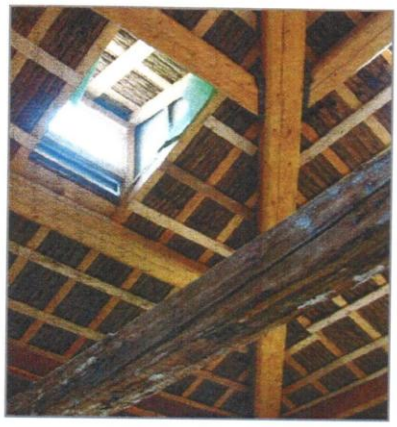
Classe energetica post operam: B

Energia primaria post operam: 45 kWh/mq/anno

FUNZIONI INSTALLATE

Residenze

Interventi sull'edificio



In.2

Copertura ventilata

unità tecnologica
chiusure orizzontali

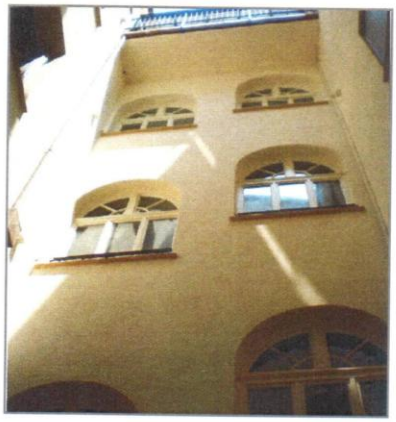
invadenza ■□□ **reversibilità** ■□□ **compatibilità** ■■■

tipo di intervento
adeguamento superficiale

trasmittanza
U: 0,11 Wmq/K

materiali
incannucciato per la ventilazione nel doppio strato isolante; riuso dei coppi

strategie:
- ▶ contenimento termico
- accumulo termico
- captazione luminosa
- schermatura
- ▶ dispersione termica



In.5

Intonaco termoisolante

unità tecnologica
chiusure opache verticali

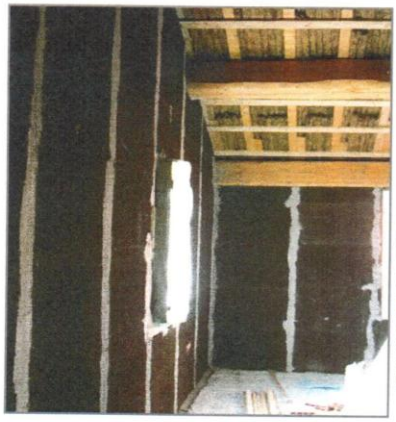
invadenza ■□□ **reversibilità** ■□□ **compatibilità** ■■■

tipo di intervento
adeguamento superficiale

trasmittanza
U: 0,25 Wmq/K

materiali
intonaco a base di calce e cocciopesto sulla facciata verso il cortile interno

strategie:
- ▶ contenimento termico
- accumulo termico
- captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica



In.6

Isolamento a fodera interna

unità tecnologica
chiusure opache verticali e orizzontali

invadenza ■■□ **reversibilità** ■■□ **compatibilità** ■■□

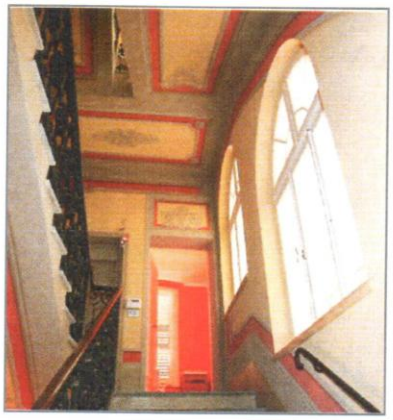
tipo di intervento
adeguamento superficiale

trasmittanza
U: 0,16 Wmq/K

materiali
10 cm di sughero-cocco e uno strato di mattoni forati lungo il perimetro interno

strategie:
- ▶ contenimento termico
- accumulo termico
- captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica

Interventi sull'edificio



In.10

Secondo serramento interno

unità tecnologica
chiusure trasparenti verticali

invadenza ■□□ **reversibilità** ■■■ **compatibilità** ■■■

tipo di intervento
adeguamento superficiale

trasmittanza
U: 1,13-1,54 Wmq/K

materiali
serramento nel lato interno dell'esistente con doppio vetro bassoemissivo e argon

strategie:
- ▶ contenimento termico
- ▶ accumulo termico
- ▶ captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica

In.15

Isolamento all'intradosso del solaio

unità tecnologica
chiusure orizzontali inferiori

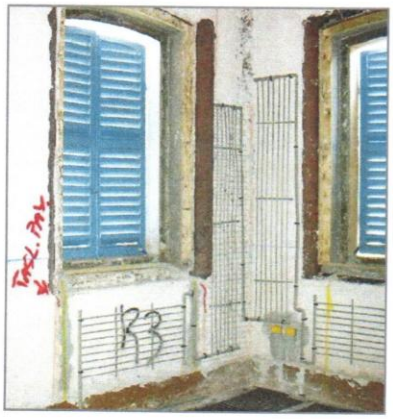
invadenza ■■□ **reversibilità** ■□□ **compatibilità** ■■□

tipo di intervento
adeguamento superficiale

trasmittanza
U: 0,25 Wmq/K

materiali
isolamento di sughero su incannucciato; finitura in gesso naturale; posa a secco

strategie:
- ▶ contenimento termico
- accumulo termico
- captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica



Ventilazione naturale e controllata

unità tecnologica
chiusure e partizioni verticali

invadenza ■□□ **reversibilità** ■■■ **compatibilità** ■■■

tipo di intervento
intervento integrato

trasmittanza
U: 0,42 Wmq/K

materiali
uso del cavedio esistente come camino; estrazione forzata con recupero di calore

strategie:
- contenimento termico
- accumulo termico
- captazione luminosa
- schermatura
- ▶ dispersione termica

Interventi sull'edificio

Impianto di climatizzazione radiante

unità tecnologica
partizioni verticali e orizzontali

invadenza ■■□ **reversibilità** ■■□ **compatibilità** ■■□

tipo di intervento
adeguamento superficiale

materiali
pannelli a pavimento e parete ad acqua connessi a una caldaia a condensazione

strategie:
- contenimento termico
- accumulo termico
- captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica

Integrazione di pannelli solari

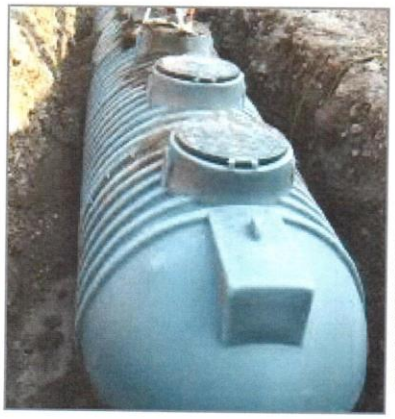
unità tecnologica
chiusure orizzontali superiori

invadenza ■□□ **reversibilità** ■■■ **compatibilità** ■□□

tipo di intervento
adeguamento superficiale

materiali
collettori solari sottovuoto per acqua calda sanitaria e impianto radiante

strategie:
- contenimento termico
- accumulo termico
- captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica



Recupero dell'acqua piovana

unità tecnologica
partizioni orizzontali

invadenza ■□□ **reversibilità** ■■■ **compatibilità** ■■■

tipo di intervento
integrazione volumetrica

materiali
cisterna interrata per il recupero e riuso dell'acqua piovana dai pluviali

strategie:
- contenimento termico
- accumulo termico
- captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica

CS.09 PALAZZO MOZZI BARDINI

VISTA GLOBALE

TIPOLOGIA INTERVENTO: Recupero - Rifunzionalizzazione - Efficientazione
LOCALIZZAZIONE: Firenze, Italia
PROGETTISTI: Lombardi
DESTINAZIONE: Museo
DATAZIONE IMPIANTO ORIGINALE: XIV - XIX secolo
ANNO DI REALIZZAZIONE INTERVENTO: 2003
COSTO: 145.000 € complessivi

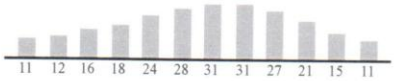
La ristrutturazione dell'edificio ha riguardato il sistema impiantistico e strutturale e l'implementazione di una nuova ala espositiva coperta da una serra solare, che sostituisce il lucernaio in materiale plastico esistente con uno strato di policarbonato riflettente e diffondente che riduce l'abbagliamento. Il controllo solare è stato ottimizzato sostituendo i serramenti con modelli in alluminio verniciato e vetrocamera con pellicola protettiva per la riduzione della radiazione ultravioletta entrante. Il rifacimento della copertura ha comportato l'integrazione di uno strato isolante esterno e un doppio sistema di ventilazione: una microventilazione sottotegola e un'intercapedine ventilata sopra l'isolante.
L'illuminazione artificiale è stata completamente ripensata ottimizzando la morfologia e la finitura interna degli ambienti e la posizione e direzione degli apparecchi a basso consumo.

LOCALIZZAZIONE

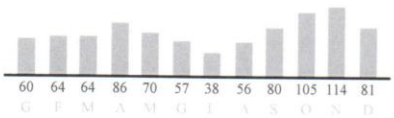
DATI CLIMATICI

Zona climatica: Cfa

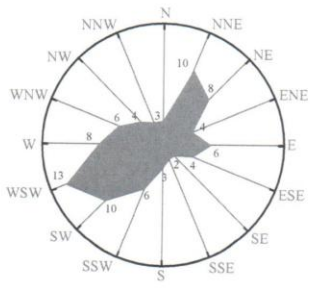
Temperature Massime Medie (°C)



Precipitazioni Medie (mm)



Venti Prevalenti



POSIZIONAMENTO

Grande città

USO

Pubblico

Privato

TIPOLOGIA (ante-

Residenza - Museo

MORFOLOGIA

Blocco

TESSUTO

Storico

PROMISCUITÀ

Isolato

Addossato

CARATTERI ENERGETICI

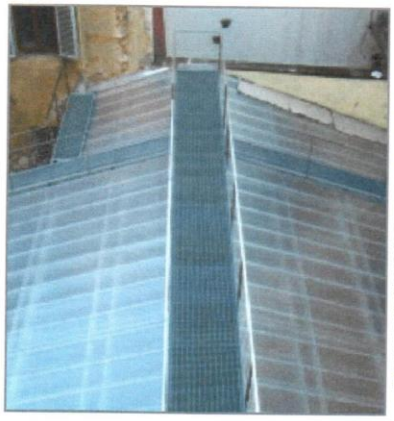
Riduzione dei consumi rispetto a un edificio museale standard:

Riscaldamento: 48%
Raffrescamento: 48%
Ventilazione: 26%
Illuminazione: 53%

FUNZIONI INSTALLATE

Attività museali - attività culturali - commercio

Interventi sull'edificio



In.2

Copertura ventilata

unità tecnologica
chiusure orizzontali

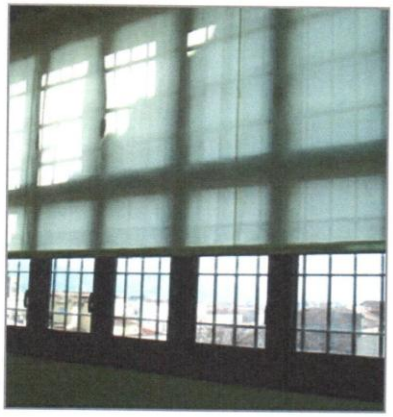
invadenza ■□□ **reversibilità** ■□□ **compatibilità** ■■■

tipo di intervento
adeguamento superficiale

materiali
ventilazione microtegola e sottotetto sullo strato isolante

trasmittanza
U: 0,36 Wmq/K

strategie:
- ▶ contenimento termico
- accumulo termico
- captazione luminosa
- schermatura
- ▶ dispersione termica



In.20

Installazione di schermi interni

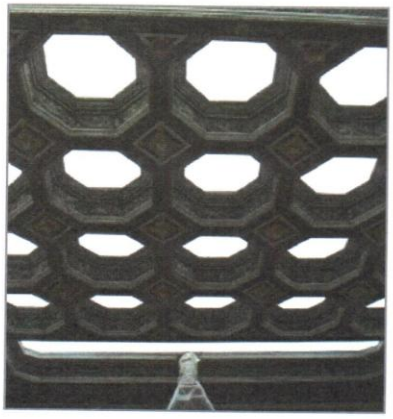
unità tecnologica
chiusure trasparenti verticali

invadenza ■□□ **reversibilità** ■■■ **compatibilità** ■■■

tipo di intervento
adeguamento superficiale

materiali
utilizzo di tende interne per la diffusione uniforme della luce naturale

strategie:
- contenimento termico
- accumulo termico
- captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica



In.24

Realizzazione di una serra solare

unità tecnologica
chiusure trasparenti verticali e orizzontali

invadenza ■□□ **reversibilità** ■□□ **compatibilità** ■■■

tipo di intervento
adeguamento superficiale

materiali
vetrocamera con argon e pellicola a controllo solare; policarbonato nel lucernaio

strategie:
- ▶ contenimento termico
- accumulo termico
- ▶ captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica

CS.10 PALAZZO SAN CRISTOBAL

ANTE OPERAM

TIPOLOGIA INTERVENTO: Recupero - Efficientazione
LOCALIZZAZIONE: Zalla, Spagna
PROGETTISTI: Maruri Arkitektura
DESTINAZIONE: Residenze
DATAZIONE IMPIANTO ORIGINALE: XVIII secolo
ANNO DI REALIZZAZIONE INTERVENTO: 2012
COSTO: 1.100 €/mq

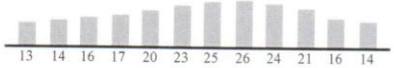
L'edifcio è stato riqualificato intervenendo sull'efficienza energetica dell'involucro e sull'implementazione di impianti ad alte prestazioni. A seconda del valore storico-artistico della facciate, è stato integrato uno strato di involucro interno o esterno ed è stata prevista la sostituzione degli infissi con modelli a doppio e triplo vetro. Sulla copertura, completamente rifatta, sono stati installati pannelli solari che forniscono acqua calda sanitaria e, accoppiati ad una pompa di calore geotermica, alimentano il sistema di riscaldamento a pavimento. D'estate, l'elevata massa termica dei solai e delle murature non isolate verso l'interno viene sfruttata per stabilizzare i picchi di temperatura; inoltre, l'organizzazione interna degli ambienti è stata ottimizzata per il raffrescamento convettivo tramite ventilazione passante notturna.

LOCALIZZAZIONE

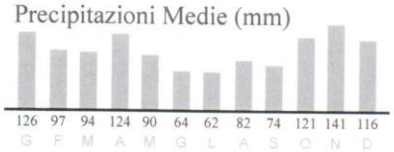
DATI CLIMATICI

Zona climatica: Cfb

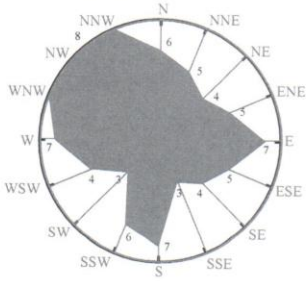
Temperature Massime Medie (°C)



Precipitazioni Medie (mm)



Venti Prevalenti



POSIZIONAMENTO

Piccola città

USO

Pubblico

Privato

TIPOLOGIA EDIFICIO

villa isolata

MORFOLOGIA

Blocco

FUNZIONI INSTALLATE

Residenze

TESSUTO

Non consolidato

PROMISCUITÀ

Isolato

Addossato

CARATTERI ENERGETICI

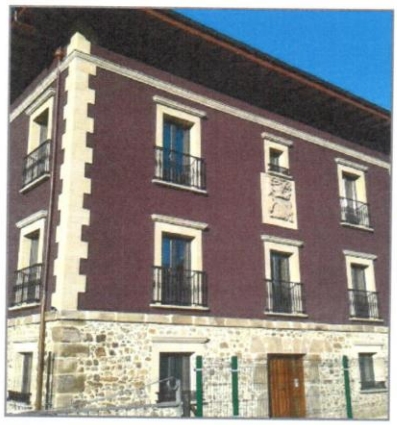
Classe energetica ante operam: G

Classe energetica post operam: A

Energia primaria post operam: 23 kWh/mq/anno

Consumo di energia finale post operam: 10,4 kWh/mq/anno

Interventi sull'edificio



In.4

Isolamento esterno

unità tecnologica
chiusure verticali

invadenza ■■■ **reversibilità** ■■□ **compatibilità** ■□□

tipo di intervento
adeguamento superficiale

materiali
isolante esterno a cappotto per le facciate non vincolate

strategie:
- ▶ contenimento termico
- accumulo termico
- captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica

In.8

Sostituzione degli infissi

unità tecnologica
chiusure trasparenti verticali

invadenza ■■□ **reversibilità** ■□□ **compatibilità** ■■□

tipo di intervento
adeguamento superficiale

materiali
serramenti con vetrocamera a doppio e triplo vetro

strategie:
- ▶ contenimento termico
- ▶ accumulo termico
- ▶ captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica

Pannelli solari per il riscaldamento

unità tecnologica
partizioni orizzontali interne

invadenza ■■□ **reversibilità** ■□□ **compatibilità** ■■■

tipo di intervento
adeguamento superficiale

materiali
Impianto radiante alimentato dai pannelli solari in copertura

strategie:
- contenimento termico
- accumulo termico
- captazione luminosa
- schermatura
- dispersione termica

4.2. Interventi sugli impianti e criteri di restauro

4.2.1 Premessa metodologica

Emerge subito l'esigenza di differenziare dal semplice discorso 'tecnologico' di ristrutturazione, motivato da ragioni d'uso e di economia degli interventi, la peculiare natura dell'intervento sugli edifici storici, che rientra a pieno titolo nel campo del restauro ed è mosso soprattutto da ragioni di cultura e dalla volontà di conservazione e perpetuazione, nella loro autenticità, delle antiche testimonianze edilizie.

Circa i possibili moderni sviluppi dell'impiantistica nel restauro architettonico si sono da più parti raccomandati lavori realizzabili, per quanto possibile, "a secco", sì da evitare qualsiasi tipo d'interventi murari; da qui l'importanza riconosciuta all'impiego dei prefabbricati e ad un preventivo rilievo dello stato di fatto dell'edificio. Si tratta, per esempio, di prevedere accuratamente fori e alloggiamenti di cavi e tubazioni, da contenere nella sezione minima indispensabile; di usare carotatrici e di non effettuare scassi a mano nelle murature, i quali comportano anche la necessità di ritocchi con malta, quindi con un materiale "umido", fonte di qualche complicazione e d'aggravio dei costi. Tutto ciò comporta un'accurata e tempestiva progettazione, un aggiornamento tecnico continuo, una frequente presenza in cantiere del direttore dei lavori. Ancora più bisognosi di specifiche attenzioni sono i lavori impiantistici in zona sismica (aperture di tracce che indeboliscono i setti murari, irrigidimenti - come canne in calcestruzzo armato per ascensori - collocati in posizione asimmetrica ecc.). È bene notare che il restauro non pretende di sviluppare una propria tecnologia, adatta esclusivamente ai monumenti, ma si rifà a quella consueta, con motivazioni e limiti, però, diversi e più ristretti - per le ragioni conservative sopra richiamate - di quelli consentiti dall'opera di semplice recupero edilizio.

Una tipologia d'impianti di forte impatto può essere quella di riscaldamento, per il quale si raccomandano sempre la cura nell'isolamento preventivo del fabbricato o della singola unità abitativa; l'applicazione di sistemi monotubo, quando possibile e preferibilmente in rame; l'impiego eventuale di pannelli radianti a pavimento, oggi pienamente affidabili; una seria riflessione sulle qualità proprie del riscaldamento elettrico, anche in funzione integrativa; le tecniche di recupero, tramite incamiciatura o intubazione, di vecchie canne fumarie ecc. Non vanno trascurati, poi, l'impianto antincendio, quello per la captazione dell'energia solare, per il gas, per la distribuzione dell'energia elettrica, quello telefonico, citofonico e parafulmine, le antenne TV, l'ascensore, quello eventuale di depurazione delle acque. Un ragionamento analogo e, forse, più complesso, richiedono gli impianti di condizionamento, raffrescamento e climatizzazione.

Riassumendo, l'adeguamento tecnologico per il riuso degli edifici storici riguarda soprattutto il versante impiantistico (attivo e passivo), per ragioni di benessere e igiene, di sicurezza, infine anche d'eliminazione delle barriere architettoniche. Esso deve rispondere, tuttavia, a *standard* non generici ma calibrati sulla preesistenza; né deve cedere, sempre in caso di restauro, alla tentazione della super-automatizzazione ma prediligere la qualità e la maggiore semplicità, sia nel momento della costruzione sia della gestione e manutenzione. Quest'ultima dovrà essere resa agevole e non comportare mai operazioni di tipo distruttivo.

Le peculiarità dell'intervento sulle preesistenze storiche non possono prescindere dalle considerazioni seguenti:

a) la definizione del concetto di monumento e il chiarimento delle ragioni stesse del conservare;
b) l'attenzione preliminare e fondamentale al monumento/documento (d'interesse storico-artistico) da salvaguardare in quanto 'immagine' architettonica e in quanto espressione di 'cultura materiale', vale a dire di tecnica e di sapienza artigianale anch'esse storicizzate e divenute

autentiche ‘testimonianze di civiltà’;

c) lo studio accurato delle relazioni fra restauro, riuso, recupero e adeguamento funzionale (distributivo, impiantistico);
d) l’impossibilità d’una vera conservazione senza riutilizzazione del bene architettonico, purché questa sia blanda, ben calibrata, rispondente alle vocazioni, materiali e simboliche, dell’edificio, nel rispetto del concetto di ‘conservazione integrata’ quale risulta dalla *Dichiarazione di Amsterdam* del 1975, promulgata a conclusione dell’anno europeo del patrimonio architettonico;
e) il dovere di estendere l’attenzione dall’intervento impiantistico (moderno) sugli edifici storici, perché risulti sempre rispettoso, alla tutela delle stesse testimonianze impiantistiche antiche superstiti (si pensi al caso delle cisterne sommitali di Castel del Monte presso Andria od a quelle interrate ed accompagnate da un complesso sistema di filtrazione e distribuzione nel Palazzo Ducale di Urbino, o all’ascensore ottocentesco nell’ex-Ospizio di S. Michele a Ripa in Roma ecc.) riconosciute come valori storico-documentari.

Una serie di problemi, che si può generalmente definire di natura fisico-tecnica ambientale, impiantistica e tecnologica, riguarda, nel caso in esame dell’efficienza e del risparmio energetici, la sua applicazione all’architettura, intesa in sé e come parte del paesaggio, urbano, industriale, agricolo o naturalistico in cui essa viene a collocarsi; riguarda in specie i beni culturali, architettonici e paesaggistici appunto, con quanto ne consegue in termini di metodo e di scelte specifiche finalizzate a garantire il dovere primario, costituzionalmente sancito, della tutela. D’altra parte tali beni ricadono espressamente nella normativa sulla efficacia energetica, applicabile purché essi non ne debbano soffrire “una alterazione inaccettabile” (D.lgs. 311/2006).
Il problema assume quindi diverse facce, la più evidente delle quali è l’applicazione di una nuova specie di ‘impianti’ o ‘impianti tecnici’ (pannelli fotovoltaici, pannelli solari, sonde geotermiche, pale eoliche ecc.) in riferimento ai beni tutelati o, comunque, di valore culturale, dove le operazioni da svolgersi rientrano nell’ambito del ‘restauro’ e dove le finalità prime, pur se non esclusive, sono quelle della ‘conservazione’ e ‘trasmissione al futuro’ (*Carta del restauro M.P.I.*, 1972) di tali beni nelle migliori condizioni possibili.
Sul tema concernente il rapporto fra restauro e impianti la letteratura ha ormai fatto decisivi passi avanti, tuttavia esso ancora oggi risulta meno approfondito e teoreticamente meno fondato, ad esempio, del parallelo rapporto fra restauro ed esigenze di piena accessibilità, vale a dire di superamento delle barriere architettoniche, o anche, come s’è detto, fra restauro e opere di consolidamento strutturale.
Il consolidamento, in specie, da branca minoritaria e negletta della tecnica delle costruzioni (di cui aveva assunto riduttivamente e acriticamente modalità analitiche e di approccio) è diventato una disciplina fornita d’una propria, autonoma dignità scientifica. Basti ricordare che da tali orientamenti di ricerca sono discese le *Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale*, pubblicate, nel 2006, dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali e, per altre vie,le più recenti (2008) *Linee Guida per il superamento delle barriere architettoniche nei luoghi di interesse culturale*.
Il rivolgimento culturale e di pensiero di quest’ultimo quarantennio ha dato dunque, in tale campo, i suoi frutti ed ha contribuito a cambiare, in positivo, mentalità e consuetudini inveterate.
Nell’ambito parallelo, del rapporto restauro-impianti, dove fino ad oggi mancavano apposite Linee Guida o, almeno, linee d’indirizzo, si può ancora rilevare un notevole ritardo sotto vari profili,

compreso quello normativo, ma è ormai evidente che da qualche anno, sempre a partire dall'ambito universitario, come nel caso del consolidamento strutturale, si è innescato un processo di ripensamento e di 'rifondazione' disciplinare: prima con riferimento al tema degli impianti (idraulici, di adduzione e smaltimento, elettrici, di sicurezza e comunicazione, di riscaldamento, climatizzazione ecc.), nell'intento di ricondurlo entro l'alveo del restauro e dei suoi ben noti criteri fondamentali: minimo intervento, reversibilità, compatibilità ecc.; ed ora con riferimento ad un uso efficiente dell'energia, al risparmio energetico quindi, al tema delle energie rinnovabili, della sostenibilità e via dicendo. A questo proposito il menzionato concetto di 'miglioramento' contrapposto a quello di 'adeguamento' (alle norme e alle richieste, anche di sicurezza e di *comfort*, attuali), elaborato nel campo del consolidamento strutturale, con ottimi esiti in favore dei beni culturali e della loro tutela, ma senza dimenticarne le ragioni di uso, valorizzazione o, se si preferisce, di una intelligente 'conservazione integrata', può essere applicato in modo analogo al tema impiantistico ed energetico.

In altre parole si può ragionevolmente pensare di 'migliorare' la rispondenza energetica (ed il conseguente innervamento impiantistico e tecnologico, attivo e passivo) di un edificio storico (o, fatte le debite differenze, di un 'paesaggio culturale') con accorgimenti appropriati e ben calibrati (in termini, per esempio, di 'sicurezza equivalente' o, più estesamente, di 'prestazione equivalente', o anche accontentandosi di una 'integrazione architettonica parziale', invece che 'totale' - auspicabile piuttosto nel caso d'edifici di nuova costruzione - dell'impianto fotovoltaico, facendo in questo caso sempre affidamento sul continuo sviluppo e affinamento tecnologico, che porta a nuovi tipi di celle, di film sottili, di gamme cromatiche dei pannelli ecc.). Tali, appunto, da non stravolgere il bene stesso, cosa che invece accade quando ci si ponga l'obiettivo, errato alla radice, di 'adeguarlo' in tutto e per tutto alle norme ed alle esigenze odierne, come se si trattasse di una nuova costruzione o anche d'un sito di recente urbanizzazione. Quest'ultimo atteggiamento forzerebbe il bene tanto da renderlo irriconoscibile, distruggerlo nella sostanza, perderne l'identità e le specifiche qualità.

Ecco, quindi, che i medesimi requisiti richiesti all'edificio nel suo complesso ed alle diverse tipologie impiantistiche, come i parametri di benessere fisico facenti capo al controllo del microclima (temperatura ambiente, temperatura media radiante, umidità relativa, velocità dell'aria), dell'illuminazione naturale e artificiale, del rumore esterno e interno, degli eventuali inquinanti ambientali, della sicurezza dell'edificio, tanto di ciò che vi è contenuto quanto degli utenti, oltre agli altri requisiti, propri degli impianti, della loro fruibilità, integrabilità, modularità, dell'ingombro limitato, dell'affidabilità, flessibilità, del loro costo iniziale e di gestione (insieme con gli effetti collaterali da non trascurare: emissioni di gas, come il freon; vibrazioni, condense, campi magnetici) entreranno a far parte della 'materia' stessa della progettazione, in termini di compatibilità con la preesistenza e di confronto e ottimizzazione fra requisiti di progetto e requisiti offerti dall'edificio storico oggetto dell'intervento. Ciò in ragione di tutte le singole tipologie impiantistiche: per l'adduzione e deduzione di fluidi, per l'adduzione e deduzione di energia, per il sollevamento e il trasporto di persone o cose, per la protezione degli utenti, per l'accessibilità, per la comunicazione, per la maggiore efficienza energetica e via dicendo. Il tutto al fine dichiarato di minimizzare l'impatto sulla consistenza edilizia storica.

Questa serie d'osservazioni e di problemi aperti, già consistente riguardo ad un impianto piuttosto 'tradizionale' come quello di riscaldamento e, comunque, di non stravolgente impatto architettonico, come anche quello idrico-sanitario, si ripresenta, in forma spontaneamente più complessa, per altri tipi d'impianti e richiede analoga se non maggiore applicazione e flessibilità

progettuale. Si pensi agli impianti di climatizzazione, sotto il profilo dei componenti, del sistema prescelto oppure agli impianti elettrici e illuminotecnici, a quelli di sollevamento e trasporto, di sicurezza, di distribuzione dei gas, di comunicazione (telefonico, citofonico e videocitofonico, televisivo, di diffusione sonora, informatico), fino alle tecnologie passive ed ai cosiddetti impianti bioclimatici (per la riduzione degli scambi di calore, per la captazione di calore, con funzioni sussidiarie) ed, in ultimo, a quelli per l'eliminazione delle barriere architettoniche.
Dopo la fase di progettazione, da condurre accuratamente fino all'esecutivo, si aprono i problemi di conduzione del cantiere, con la responsabilità diretta della direzione dei lavori (che, di norma, nel restauro dovrebbe essere affidata al medesimo progettista) o, almeno, di quella che una volta si chiamava 'direzione artistica'; questo perché, anche a cantiere aperto, non si può dire affatto che la fase progettuale sia esaurita una volta per tutte ma si tratta sempre di confrontarsi con problemi, spesso nuovi e imprevisti, legati a scoperte o anche a difficoltà che possano inopinatamente manifestarsi; quindi d'un continuo progettare anche in fase di esecuzione dei lavori, alle volte con l'inderogabile necessità di variazioni profonde, culturalmente e moralmente indispensabili pur se non riconosciute né assolutamente agevolate a termini di legge dove, più o meno volutamente e coscientemente, si ignorano le differenze fra la costruzione d'un moderno edificio ed il restauro di un'antica architettura.
Il problema di fondo sarà sempre quello della migliore integrazione delle nuove addizioni, anche soltanto impiantistiche, con le preesistenze, sì da non snaturarle e finire col perderne la storicità. Da qui, nell'ovvio rispetto delle esigenze della committenza, sotto il profilo funzionale e d'uso, distributivo e dei costi (comunque dopo averne discusso ed averle vagliate preventivamente, meglio se fin dall'inizio insieme con l'amministrazione di tutela) la necessità d'un approccio progettuale 'integrato', aperto alla partecipazione ed al confronto di più competenze, capace di predisporre plurime alternative sulle quali ragionare in fase di cantiere. Potrebbero emergere esigenze particolari, come quelle d'un difficile accesso a certi ambienti o vani (da cui, per esempio, l'opportunità di valutare l'impiego di tubazioni flessibili, in rame o in appositi materiali sintetici), di una drastica riduzione delle sezioni (da cui, nel caso d'un impianto di riscaldamento, il passaggio ad un sistema di tubazioni adatte al trasporto di fluidi ad alta pressione), dell'impossibilità o del divieto (finalmente oggi sempre più esteso) di effettuare 'tracce' murarie, da cui la necessità d'una soluzione impiantistica a vista (quindi da curare sotto il profilo della scelta dei materiali, dei colori, del complessivo design). Anche se tutto sarà stato preceduto da un'accurata, preliminare selezione di sistemi e componenti, definizione dei percorsi, ricerca di vani e cavedi eventualmente occultati, calibratura delle sezioni occorrenti, dislocazione delle centrali termica, frigorifera, di trasformazione elettrica, idrica e antincendio, dall'analisi dei problemi di manutenzione che si prospetteranno nel futuro (da cui lo studio dell'accessibilità agli impianti, della loro piena agibilità, della facile sostituibilità di parti o elementi), dallo studio per l'eventuale recupero degli impianti esistenti, in termini di restauro e rimessa in uso o, in subordine, della loro sola conservazione testimoniale, non si potrà comunque mai essere sicuri d'aver previsto tutto. Al contrario, l'unica certezza sarà quella di dover, prima o poi, incontrare sicure sorprese, alle volte positive, altre volte no, il che comporta l'esigenza di organizzarsi per affrontare i più vari ed assolutamente 'naturali' imprevisti.
Per questo la progettazione di restauro comporta un lavoro metodico che contempla, in primo luogo, la più approfondita conoscenza diretta del manufatto ed una parallela analisi del suo stato di conservazione. Tutto ciò prima di arrivare al vero e proprio progetto generale di restauro architettonico ed, al suo interno, senza arbitrarie separazioni, a quello impiantistico. Questo avrà

sicure interferenze con le scelte distributive e funzionali, con quelle propriamente conservative (per esempio, relative al mantenimento o no di un tramezzo, d'un controsoffitto o anche d'un pavimento, destinato, per esempio, ad essere rimosso per ragioni di consolidamento del sottostante solaio), quindi anche con quelle strutturali e di miglioramento o adeguamento antisismico del manufatto. Dall'interferenza delle diverse esigenze e delle conseguenti scelte e necessità di progetto, potrebbero emergere possibilità interessanti o, altrimenti, insperate per la definizione del progetto impiantistico e per il contenimento della sua naturale invasività.

4.2.2 La produzione di energia termica

E' evidente che il miglioramento delle prestazioni energetiche di un sistema edificio-impianto non può non prevedere interventi sull'impianto, a meno che particolari vincoli storici, architettonici o funzionali non li rendano sconsigliabili o irrealizzabili. Qui di seguito sono presentate le caratteristiche di alcune tecnologie per la produzione di energia termica.

L'energia termica necessaria per il riscaldamento e per la produzione di acqua calda sanitaria può essere attualmente prodotta in caldaie che hanno prestazioni molto elevate sia a carico nominale che a carico parziale, rispetto alle caldaie tradizionali. Tra queste vanno ricordate:

- caldaie a tiraggio forzato e camera stagna, nelle quali vengono praticamente annullate le perdite di energia termica al camino e recuperate quelle attraverso l'involucro;
- caldaie a temperatura scorrevole, che sono in grado di variare la temperatura dell'acqua di mandata in funzione delle condizioni climatiche esterne, riducendo tutte le perdite. Richiede una attenta progettazione dello scambiatore di calore acqua-fumi per evitare che la temperatura superficiale sul lato dei fumi si abbassi troppo.
- caldaie con bruciatore a irraggiamento, caratterizzate dal fatto che comburente e combustibile (aria e gas perfettamente premiscelati) si distribuiscono uniformemente su una superficie porosa ceramica o metallica, resa incandescente. Queste caldaie presentano una bassa produzione di NOx.
- caldaie modulari, costituite da un sistema di caldaie di piccola taglia in parallelo tra loro, in numero tale da produrre complessivamente l'energia termica che sarebbe prodotta da un'unica caldaia. In questo modo, al ridursi del carico è possibile spegnere una o più caldaie e far funzionare le rimanenti in condizioni vicine a quelle nominali, aumentando così il rendimento complessivo.
- caldaie a condensazione, che lavorano con temperature di ritorno dell'acqua inferiori a 50 °C, così che il vapor d'acqua presente nei fumi possa condensare rendendo quindi possibile il recupero dal calore latente di evaporazione. Tenendo presente la disponibilità di questa energia termica recuperata, il valore del rendimento della caldaia risulta pari a circa 108%. Queste caldaie, che devono essere realizzate con materiali resistenti agli acidi, la cui presenza è legata alla formazione della condensa, possono essere abbinate a impianti di riscaldamento a bassa temperatura.
- caldaie a biomassa, che convertono l'energia chimica delle biomasse, di cui si parlerà nel seguito, in energia termica disponibile attraverso un fluido termovettore. Utilizzano sostanzialmente la stessa tecnologia delle caldaie tradizionali.

4.2.3 La produzione di energia frigorifera

Per produrre energia frigorifera si utilizzano i gruppi frigoriferi, che sono macchine termiche che operano a ciclo inverso. Il gruppo frigorifero a compressione di vapore è costituito dai seguenti componenti: il compressore, il cui tipo dipende dalla potenza della macchina (per potenze crescenti: scroll, vite, centrifugo); il condensatore, raffreddato ad acqua o ad aria, in cui avviene la cessione di energia termica alla sorgente calda; il dispositivo di laminazione; l'evaporatore, dove avviene la sottrazione di calore a bassa temperatura con produzione di freddo. In funzione della tipologia del fluido utilizzato per cedere il calore di condensazione all'esterno, i gruppi frigoriferi si dividono in gruppi con condensazione ad acqua o ad aria. Gli intervalli di efficienza per i gruppi frigoriferi risultano funzione sia della tipologia di compressore che del tipo di fluido per la cessione del calore di condensazione all'esterno.

4.2.4 La produzione di energia termica e frigorifera

Per produrre energia sia termica che frigorifera si utilizzano le pompe di calore, elettriche e a gas, delle quali qui vengono forniti i principi di funzionamento per i non addetti ai lavori. Il testo è integralmente tratto dal *position paper* di AiCARR che l'Associazione ha pubblicato nel 2011 come commento al DLgs 28/11 e che è disponibile sul sito www.aicarr.org.

La pompa di calore è una macchina a ciclo inverso e, come tale, permette di trasferire energia termica da una sorgente a temperatura minore a una a temperatura maggiore, invertendo lo scambio naturale, così come mostrato in *Figura 7*. La differenza tra frigorifero e pompa di calore non è di natura termodinamica, ma dipende solamente dal punto di osservazione: se si osserva il sistema dal punto di vista della sorgente fredda si vede un frigorifero, mentre se lo si osserva dal punto di vista della sorgente calda si vede una pompa di calore. Il funzionamento della pompa di calore richiede che sia fornita energia al sistema. Questa energia può essere meccanica, nel qual caso si parla di macchine a compressione, oppure termica, e si parla di macchine ad assorbimento.

Le pompe di calore a compressione possono essere alimentate con energia elettrica oppure con combustibile, ad esempio metano, bruciato in un motore che produce energia meccanica o energia elettrica se accoppiato con un alternatore. In questo secondo caso è possibile recuperare anche l'energia termica del raffreddamento del motore e quella dei fumi di scarico. Questi sistemi sono detti Total Energy.

La Direttiva 28/2009/UE che stabilisce il quadro comune europeo per la promozione dell'energia da fonti rinnovabili, tra le fonti non fossili (eolica, solare, geotermica, idrotermica, a biomassa) esplicitamente annovera l'energia aerotermica quella accumulata nell'aria ambiente sotto forma di calore. In questa ottica, la quota di energia rinnovabile utilizzata da una pompa di calore viene calcolato secondo quanto disposto dalla Direttiva e dal suo recepimento italiano, il Decreto Legislativo 28/11.

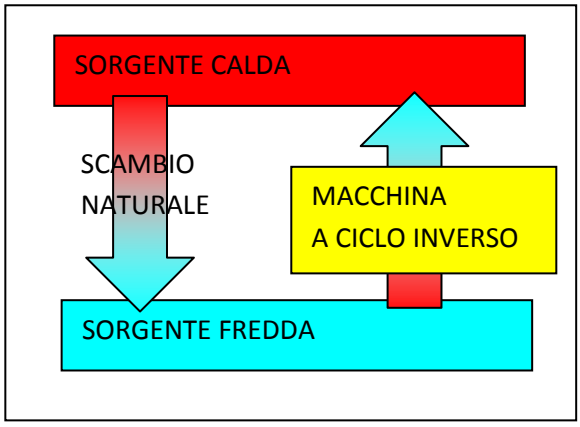


Fig. 7 - Schema di una pompa di calore con indicazione dei versi dello scambio termico.

4.2.5 La pompa di calore a compressione

La *Figura 8* mostra un ciclo frigorifero nella sua conformazione di base, caratterizzata da quattro elementi fondamentali:

- il compressore;
- il condensatore, ovvero lo scambiatore di calore tra il fluido refrigerante e la sorgente calda;
- l'organo di laminazione, che nelle macchine frigorifere per la climatizzazione è quasi sempre costituito da una valvola termostatica;
- l'evaporatore, ovvero lo scambiatore di calore tra il fluido refrigerante e la sorgente fredda.

Nell'evaporatore il fluido refrigerante si trova a una temperatura inferiore a quella della sorgente fredda, per cui si ha un trasferimento naturale di calore dalla seconda al primo. Viceversa, nel condensatore il fluido refrigerante si trova a una temperatura superiore a quella della sorgente calda alla quale cede energia termica.

Lo scambio termico dalla sorgente fredda a quella calda avviene, quindi, attraverso due scambi naturali: il primo nell'evaporatore, dalla sorgente fredda al refrigerante, e il secondo nel condensatore, dal refrigerante alla sorgente calda. Compressore e organo di laminazione hanno lo scopo di portare il refrigerante nelle condizioni richieste per consentire i due scambi termici.

Come è intuibile dal nome degli scambiatori, lo scambio termico avviene attraverso un cambiamento di fase del refrigerante che passa dalla fase vapore a quella liquida nel condensatore e dalla fase liquida a quella vapore nell'evaporatore. Ovviamente, questi cambiamenti di fase devono avvenire a temperature diverse, più elevata quella al condensatore, più bassa quella all'evaporatore. Ad esempio, in un refrigeratore condensato ad aria, che produca acqua a 7 °C con aria esterna a 35 °C, la temperatura di cambiamento di fase all'interno del condensatore (temperatura di condensazione) è di 50 °C e la temperatura di cambiamento di fase all'interno dell'evaporatore (temperatura di evaporazione) è di 2 °C. Si ricorda che i cambiamenti di stato possono avvenire a temperature diverse: per esempio, l'acqua evapora a 100 °C solamente se si trova alla pressione atmosferica; se la pressione è inferiore, evapora a temperatura inferiore, viceversa, se la pressione è superiore a quella atmosferica, l'evaporazione avviene a temperatura maggiore.

Nel condensatore e nell'evaporatore il refrigerante si trova anche a due pressioni diverse, maggiore quella nel condensatore: tali valori dipendono dal tipo di refrigerante. La funzione del compressore consiste appunto nell'innalzare la pressione del refrigerante dal valore di evaporazione a quello di condensazione, mentre l'organo di laminazione ha la funzione contraria. In pratica, dal punto di

vista delle pressioni, il circuito è diviso in due parti: a valle del compressore fino a monte dell'organo di laminazione si trova in alta pressione, a valle dell'organo di laminazione fino a monte del compressore si trova in bassa pressione, come schematizzato in Figura 8.
Quindi è possibile un trasferimento di calore dalla sorgente fredda, a temperatura inferiore, alla sorgente calda, a temperatura superiore, solamente se si fornisce al sistema l'energia necessaria per comprimere il refrigerante dalla pressione di evaporazione a quella di condensazione.

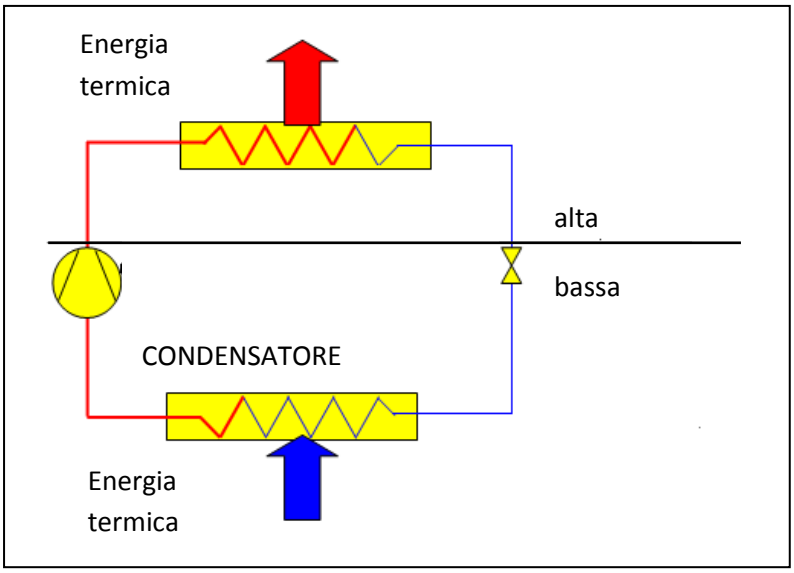


Fig. 8 - Pompa di calore a compressione

4.2.6 Le pompe di calore ad assorbimento

Una macchina ad assorbimento è costituita da quattro componenti principali, come mostrato in *Figura 9.* In particolare, evaporatore e condensatore hanno posizione e scopo uguali a quelli dei cicli a compressione e sono ancora posti a contatto con le due sorgenti, fredda e calda, alle quali rispettivamente sottraggono e cedono energia termica, grazie al cambiamento di fase del refrigerante. Il compressore è sostituito da un organo denominato generatore, che si trova direttamente a contatto con la fonte di energia termica. L'organo di laminazione, che in genere nella macchina a compressione di vapore è una valvola termostatica, è sostituito da un organo denominato assorbitore.

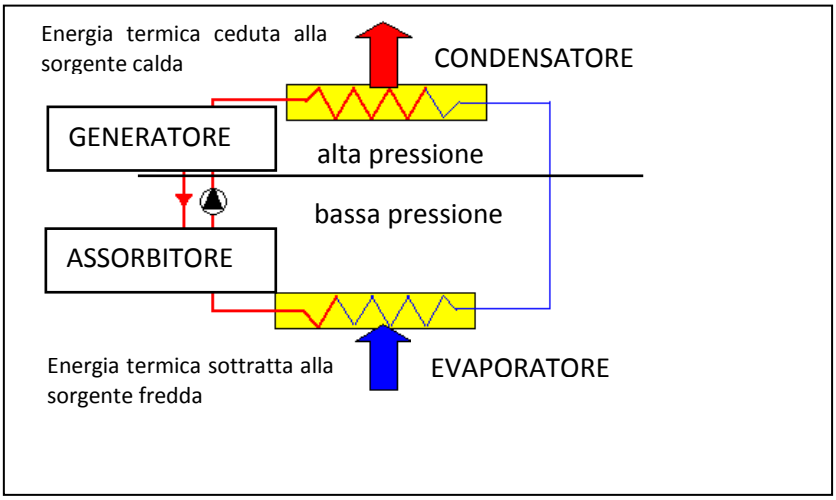


Fig. 9 - Ciclo frigorifero ad assorbimento

All’interno del circuito vi è una miscela di due componenti, uno con funzione di refrigerante e l’altro con funzione di assorbente. Nel generatore viene fornita energia termica alla miscela, quindi il refrigerante evapora e si separa dal fluido assorbente, passa nel condensatore, all'interno del quale torna liquido, per poi evaporare nuovamente a bassa pressione nell’evaporatore. L’assorbente, invece, passa dal generatore all’assorbitore, dove si ri-miscela con il refrigerante in fase vapore, mantenendo così bassa la pressione all’interno dell’evaporatore.
Il circuito frigorifero è diviso in due parti distinte, una ad alta pressione, contenente il generatore e il condensatore, e una a bassa pressione, contenente l’evaporatore e l’assorbitore.
Esistono varie tipologie di gruppi frigoriferi ad assorbimento. Una classificazione può essere effettuata sulla base della fonte di energia termica e un’altra sulla base della miscela contenuta all’interno del circuito frigorifero.
L’energia termica può essere fornita:

- da una fiamma diretta, bruciando direttamente combustibile nel generatore;
- da vapore;
- da acqua calda, purché a temperatura superiore a 75 °C.

Per quanto riguarda la miscela, le soluzioni che, in linea teorica, possono essere utilizzate, sono molte. In pratica se ne usano solo due:

- acqua – bromuro di litio;
- ammoniaca – acqua.

Delle due sostanze che formano la miscela, ovviamente una svolge la funzione di refrigerante, mentre l’altra quella di assorbente. Nella fattispecie, nella miscela acqua-bromuro di litio l’acqua funge da refrigerante e il bromuro di litio da assorbente, mentre nella miscela ammoniaca-acqua l’ammoniaca è il refrigerante e l’acqua è l’assorbente.
I limiti di funzionamento sono diversi: con la miscela acqua-bromuro di litio, il valore della temperatura della sorgente fredda deve essere superiore a 0 °C e quello della sorgente calda inferiore a 38 °C. Con la miscela ammoniaca-acqua, il valore della temperatura della sorgente fredda può raggiungere -20 °C, mentre quello della sorgente calda può raggiungere 70 °C. Di conseguenza, con la miscela acqua-bromuro di litio si possono costruire solamente macchine acqua-acqua, mentre con quella ammoniaca-acqua si possono costruire anche macchine aria-acqua a inversione di ciclo.
Le macchine ad acqua-bromuro di litio possono lavorare in pompa di calore grazie a un'inversione sull'impianto: trattandosi di macchine condensate ad acqua, valgono gli stessi schemi adottati per i gruppi frigoriferi a compressione. Il loro unico limite è quello di poter produrre acqua a valori di temperatura non superiori ai 38 °C in funzionamento invernale in pompa di calore.
Le macchine ammoniaca-acqua possono lavorare a inversione sul ciclo frigorifero e non solo sul circuito idraulico, perché possono utilizzare anche l’aria come sorgente termica. Il vantaggio è che riescono a produrre acqua a 70 °C con valore di efficienza sufficientemente elevati anche con valori di temperatura dell'aria esterna molto bassi (-20 °C).

4.2.7 Le prestazioni delle pompe di calore

Qualunque sia la tipologia di pompa di calore, considerato che un sistema a pompa di calore è sempre caratterizzato dall'energia sottratta alla sorgente fredda, E_F, da quella fornita al sistema, E_S, e da quella ceduta alla sorgente calda, E_C, il bilancio di energia, schematizzato in *Figura 10*, è il seguente:

$$E_C = E_F + E_S$$

Partendo dalla espressione precedente e accettando le definizioni introdotte dalle normative per i coefficienti di prestazione delle pompe di calore:
EER nel funzionamento estivo,
COP nel funzionamento invernale,

l'efficienza del sistema può essere definita dalle equazioni:

$$EER = \frac{E_F}{E_S}$$

$$COP = \frac{E_C}{E_S} = \frac{E_F + E_S}{E_S} = EER + 1$$

Le prestazioni delle pompe di calore a compressione

Per le pompe di calore a compressione con motore elettrico l'energia fornita al sistema è sempre elettrica, quindi *EER* e *COP* sono rapporti tra energia termica ed energia elettrica, i cui valori possono variare da 2 a 8 a seconda dei parametri che li influenzano.

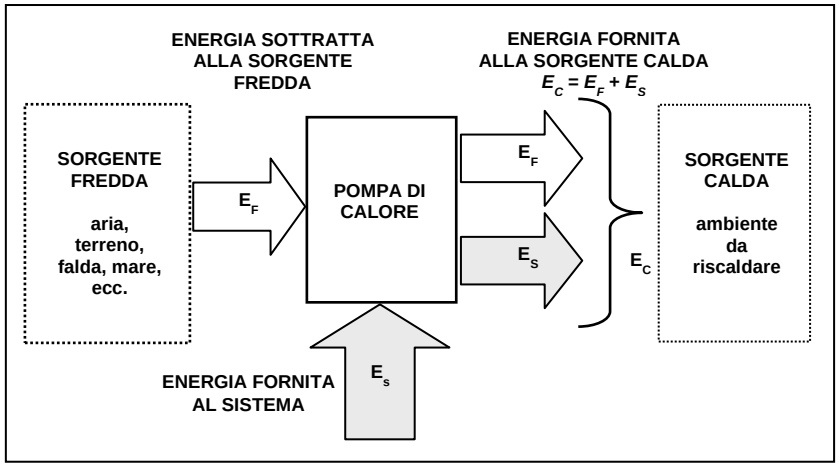


Fig. 10 - Bilancio di energia di un sistema a pompa di calore.

Le prestazioni delle pompe di calore ad assorbimento

Per le pompe di calore ad assorbimento l'energia fornita al sistema è termica, per cui le espressioni precedenti sono rapporti tra energie termiche. Per questo motivo, apparentemente i valori di *EER* e *COP* delle pompe di calore ad assorbimento sembrano nettamente inferiori rispetto a quelli delle pompe di calore a compressione, in quanto vanno da 0,7 a circa 2; ciò non è vero in quanto, come ovvio, si deve ragionare in termini di energia primaria.

4.2.8 La produzione di energia termica ed elettrica (o meccanica)

I sistemi in grado di produrre contemporaneamente energia elettrica o meccanica ed energia termica sono detti sistemi di cogenerazione e vengono utilizzati per produrre l'energia elettrica per gli usi richiesti da un edificio. Sono convenienti perché, a parità di energia termica ed elettrica prodotte, il processo complessivo è più efficiente dal punto di vista energetico.
Oltre a costituire sistemi di produzione dell'energia a elevata efficienza, la cogenerazione, e in particolare la micro-cogenerazione (potenze elettriche generate inferiori a 50 kW), potrebbe

risultare una soluzione significativa nel caso di edifici singoli, con riferimento alla cosiddetta generazione distribuita dell'energia.
Nel caso in cui alla produzione di energia termica ed elettrica si associ anche quella di energia frigorifera, si parla di sistemi di trigenerazione.

4.3. INTERVENTI PER L'ILLUMINAZIONE E CRITERI DI RESTAURO

4.3.1 Criteri metodologici

L'adeguamento tecnologico per il riuso o anche per il semplice buon uso degli edifici storici costituisce oggi uno dei nodi principali, tuttora irrisolti, del restauro. Se per quanto riguarda le operazioni di consolidamento strutturale, come s'è visto, consistenti progressi di studio, poi confluiti in una qualificata operatività, si datano ormai dalla fine degli anni settanta del XX secolo, non altrettanto può dirsi del tema impiantistico e più generalmente tecnologico applicato alle testimonianze culturali architettoniche.
Di tutto questo sforzo di rinnovamento metodologico, nel campo degli impianti tecnologici appaiono solo deboli tracce. Il più delle volte la cultura specifica dell'ingegnere o del tecnico impiantista si riversa, senza mediazione teoretica né metodologica, sul progetto di restauro mettendolo in crisi o,direttamente, sul bene culturale architettonico sottoponendolo a gravi rischi. Né della benefica distinzione fra "adeguamento" e "miglioramento" impiantistico si parla anche se in alcuni aggiornamenti normativi, riguardanti in specie gli impianti elettrici, qualche positiva novità e attenzione comincia a notarsi. Tale la normativa CEI 64/15 venuta a modificare, in meglio, un testo di poco precedente del tutto insensibile alle questioni conservative. Essa consente, per esempio, il riuso dei vecchi impianti, eventualmente passando a sistemi a bassa tensione; con certe garanzie, anche la riduzione delle sezioni minime dei cavi; stabilisce, sempre a favore degli edifici storici, illuminamenti medi molto più ridotti di quelli consueti e via dicendo.
Anche le migliori ditte produttrici cominciano a porsi, se non altro per ragioni economiche, vista la consistenza raggiunta dal fatturato edilizio relativo alla ristrutturazione rispetto alle moderne costruzioni, il problema, sperimentando nuovi prodotti o componenti e soprattutto stimolando occasioni d'incontro e di confronto d'idee, anche di natura interdisciplinare, fra operatori e professioni affini.
Da qui la necessità di far interloquire voci diverse, provenienti dalle discipline storiche, giuridiche, architettoniche, fisico-tecniche ecc., riconducendole ad una ragione comune che è quella conservativa delle antiche testimonianze d'arte e di storia, architettoniche, archeologiche ed urbane. L'intento, prim'ancora di fornire riflessioni o informazioni utili per un qualificato esercizio professionale, è di contribuire espressamente al superamento del dislivello culturale sopra ricordato, vale a dire alla saldatura fra 'restauro' e 'impiantistica per il restauro' o, se si vuole, alla riduzione di quest'ultima, nel pieno rispetto del suo statuto disciplinare, alla 'ragione storica' e metodologica del restauro generalmente inteso.
In questo senso non si tratta solo d'impiantistica negli edifici storici, per il controllo, ad esempio, delle condizioni di *comfort* delle persone presenti al loro interno né di quelle più adatte alla conservazione degli oggetti riparati al loro interno, ma anche di tecnologia e d'impianti a servizio delle architetture storiche medesime, tanto che si tratti di edifici o di siti urbani, come s'usava dire una volta, "vivi" quanto "morti", come nel caso dei monumenti archeologici e della loro illuminazione. Sistemazioni impiantistiche studiate e risolte in modo da rispettare, oltre alla materia, anche l'immagine e la figuratività stesse di tali espressioni architettoniche e urbanistiche.
Se si riuscirà finalmente ad avviare a soluzione il problema impiantistico nel restauro, stimolando

intelligenti sperimentazioni ed attivando un circolo virtuoso di "progettazione - direzione lavori - produzione industriale - artigianato applicativo" rispettoso dei monumenti, si sarà soddisfatto uno dei due principali compiti, il secondo essendo costituito dalla diffusione d'una 'cultura' specifica in materia, oggi ancora troppo incerta e frammentaria, anche nei suoi rari esempi positivi. Tutto ciò mentre attualmente la componente impiantistica nel restauro ha raggiunto percentuali sempre crescenti, che sovente si attestano anche fra il 30 e il 50% dell'intero costo dei lavori, con esiti il più delle volte profondamente deludenti quando non rovinosi.

In riferimento ai principi-guida del restauro sopra richiamati si potrebbe dire che l'attenzione al criterio della 'compatibilità', sul piano tecnico, comporti la ricerca dei vecchi impianti, delle antiche canalizzazioni e l'eventuale loro adeguamento, anche ai fini d'una parziale riutilizzazione (pur se con semplici funzioni di supporto, analogamente a quanto avviene nel consolidamento); poi la ricerca di soluzioni calibrate e poco invasive; la selezione di materiali adattabili all'antico (come il rame, di cui s'è detto). Sul piano estetico essa implica attente scelte riguardo all'impatto visivo e spaziale degli impianti progettati.

Il rispetto del criterio della 'reversibilità' comporta il rifiuto della consueta esecuzione di 'tracce' murarie, dell'apertura di vani in breccia; la preferenza per gli impianti a vista, fissi o mobili; la ricerca di cavedi, condotti nascosti o murati, spazi di servizio già esistenti (ad esempio, nel rinfianco delle volte, nei sottotetti, negli scantinati ecc.); l'attenta utilizzazione di tutte le parti già, per altre ragioni (statiche, funzionali ecc.), rinnovate o sostanziosamente integrate. Quanto agli impianti a vista è indubbio che la loro applicazione risponda a tale principio meglio delle comuni soluzioni nascoste sotto traccia, generalmente molto distruttive; ed oggi spesso ci si accontenta di sistemazioni impiantistiche a vista brutte ma col pregio, appunto, della reversibilità. Ma non è detto che debba sempre essere così; impegnandosi seriamente per elevare la qualità del *design* industriale e artigianale, legato al singolo progetto, si potranno finalmente coniugare reversibilità e dignità formale, assicurando, in altre parole, soluzioni belle ed, insieme, leggere e rimovibili.

Il 'minimo intervento' suggerisce di attenersi sempre allo stretto necessario, circostanza facilitata da un'accurata decisione preliminare circa il nuovo uso da attribuire all'edificio storico oggetto di studio. Esso non può e forse non deve assicurare le stesse prestazioni d'uno contemporaneo; si tratta d'una realtà radicalmente diversa, che offre altri servigi (ove si considerino le componenti culturali e spirituali) e, pur inducendo a qualche sacrificio o rinuncia, non certo una 'qualità di vita' minore di tanta edilizia moderna. Né hanno senso lavori che riducano l'antica fabbrica ad una sorta di animale imbalsamato, mantenuto nelle sue forme esteriori ma totalmente rinnovato all'interno.

La 'distinguibilità' nuovamente spinge a privilegiare tipi d'impianto a vista, con la conseguente necessità d'un buon *design* (ne costituisce un positivo esempio, applicato al caso d'un monumento 'naturale', il raffinato sistema d'illuminazione delle grotte di Frasassi, realizzato, appunto, con impianti a vista integrati nelle strutture dei percorsi di visita; o quello sperimentale, integrato col sistema di dissuasori posto a protezione dei dipinti murali, studiato dall'Istituto Centrale del Restauro per la cripta affrescata del Duomo di Anagni).

La riconsiderazione di questi criteri di metodo, propriamente di restauro, sta ormai spingendo i professionisti più accorti e le imprese più qualificate a studiare e sperimentare nuove soluzioni e nuovi prodotti (ad esempio, impianti elettrici a bassa tensione; scatole, frutti, condutture appositamente progettati) nell'intento di adeguarsi alle richieste specialistiche di mercato, com'è già avvenuto, nei decenni scorsi, per la rimessa in commercio di prodotti edilizi tradizionali, dati per scomparsi: calce in zolle, terre coloranti nostrane, laterizi vari fatti a mano ecc.

Il ‘rispetto dell’autenticità’ impone di non cedere alla tentazione di demolire e ricostruire, magari in finte forme antiche, ma di conservare materialmente la preesistenza storica, anche nelle sue semplici testimonianze artigianali (condutture in cotto, pietra, legno ecc.) e industriali invecchiate (componenti in commercio fino a tutti gli anni sessanta ed anche settanta, se si considera che un’incipiente storicità ed un interesse di ‘modernariato’ emergono dopo un distacco temporale oggi misurabile in una generazione, vale a dire in circa trent’anni). Un interessante esempio è costituito dal recupero parziale dell’antico impianto elettrico in filo a treccia, con isolanti in porcellana, che si può osservare nella restaurata Certosa di Calci, presso Pisa (XIV-XVIII sec.).
Ritorna, in termini più generali, la nota distinzione fra ‘restauro’e ‘recupero’ che, sotto certi aspetti, richiama quella, ancora più generale, fra ‘beni storico-artistici’ e ‘preesistenze’, vale a dire l’insieme del costruito. Il recupero d’una preesistenza edilizia è mosso da ragioni soprattutto economiche e d’uso. La sua ricaduta negli impianti è immediata e volta alla scelta della soluzione di minor costo, più efficace e innovativa, più semplice tecnicamente, eseguita secondo gli standard correnti, meglio se in modo ripetitivo, in analogia con le nuove costruzioni.
Il restauro, invece, è mosso da ragioni di memoria e di cultura, di conseguenza si caratterizza in termini soprattutto conservativi. La sua ricaduta negli impianti comporta, viceversa, la ricerca della minore ‘invasività’, il rispetto storico, l’accettazione di costi adeguati, la singolarità di scelte e soluzioni, una continua invenzione progettuale ed un’organizzazione del lavoro quasi artigianali. In questo caso il progettista e il direttore dei lavori dovrebbero identificarsi nella medesima persona, la quale non può delegare ad altri una responsabilità di presenza in cantiere, di controllo e di progettazione ‘permanente’, estesa lungo tutta la durata dei lavori.
Per quanto riguarda, infine, la qualità dell’illuminazione va considerato che la sua definizione progettuale ricade pienamente all’interno del restauro, come atto di ‘presentazione’ del bene culturale. Da qui un’attenzione allo studio delle qualità specifiche del manufatto, della sua collocazione urbana o paesaggistica, della sua stessa natura, da estendere fino alla comprensione storico-critica di come il manufatto doveva essere illuminato e percepito in origine e di come tale percezione è variata nel corso del tempo (si pensi alla nuova illuminazione della cupola della basilica di S. Pietro in Vaticano, successiva ai restauri del Grande Giubileo del 2000, ove la cupola stessa, prima troppo fortemente illuminata da fasci di luce diretta, appare ora delineata, sullo sfondo scuro del cielo, da una morbida e tenue luce ‘lunare’ mentre il lanternino è tornato ad essere, letteralmente, una fonte di luce propria che sembra emanare dall’interno della basilica).
Anche in questo caso la ricerca storica preliminare costituisce una guida affidabile, ad esempio per rispondere alla domanda se l’illuminazione artificiale debba estendersi su un’intera superficie o caratterizzarsi per punti, per linee; od anche per stabilire il colore e la quantità di luce che devono opportunamente colpire il monumento. Tutto ciò tenendo presente, infine, il legittimo ‘diritto al buio’ (come anche alla quiete e al silenzio) che le antiche architetture sembrano nella maggior parte dei casi reclamare.

4.4. Le fonti rinnovabili di energia nel patrimonio culturale: opportunità, limiti e criticità

4.4.1 - Le energie rinnovabili nell'edilizia storica e le ricadute sul paesaggio.

Si affronta in questa sezione il tema della 'ricaduta' all'esterno degli interventi di miglioramento dell'efficienza energetica dell'edilizia storica, con ciò intendendo sia gli esiti direttamente indotti sull'involucro edilizio, e dunque sull'immagine architettonica dello stesso, sia quelli interferenti con il contesto circostante, urbano o più genericamente territoriale.

La questione attiene principalmente all'impiego delle tecnologie di produzione dell'energia da fonti rinnovabili (sistemi solari 'attivi', 'minieolico', ecc.), ma problematiche non dissimili possono anche derivare da soluzioni tecniche di tipo 'passivo' quali l'installazione di schermature esterne di varia tipologia e natura, di camini di ventilazione, ecc.

Tali problematiche vengono, si precisa, qui trattate in un'ottica circoscritta agli interventi sull'edilizia storica, non essendo certo questa la sede in cui affrontare la problematica dell'inserimento a scala territoriale dei grandi impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili (in particolare: campi eolici, campi fotovoltaici a terra), questione che evidentemente esula dal tema delle presenti Linee di indirizzo e non può che essere oggetto di trattazioni specifiche, peraltro in parte già disponibili a cura del MiBACT.

Venendo dunque agli interventi così come appena definiti e circoscritti, è ancora il caso di chiarire, sempre in premessa, il fatto che, qualora essi incidano su aree o immobili sottoposti a tutela paesaggistica ai sensi della Parte III del Codice, soggiacciono all'obbligo della preventiva acquisizione dell'autorizzazione paesaggistica ex art. 146 del Codice medesimo, e di evidenziare come ricorrano non pochi casi di interi centri storici sottoposti a tale regime di tutela.

Soffermandosi ancora sugli aspetti procedurali, va ricordato che godono di autorizzazione paesaggistica 'semplificata' ex DPR 139/2010 i pannelli solari, termici e fotovoltaici fino ad una superficie di 25 mq, con esclusione tuttavia delle zone territoriali omogenee "A" di cui all'art. 2 del DM n. 1444 del 1968 o ad esse assimilabili, e delle aree vincolate ai sensi dell'art. 136, comma 1, lettere *b* e *c* del Codice, fattispecie nelle quali ricadono i centri storici.

Sotto il profilo edilizio (ma non, si badi, paesaggistico), le "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili" (DM Sviluppo economico 10.09.2010), rispettivamente ai punti 12.1 e 12.2, rubricano la realizzazione di impianti solari fotovoltaici collocati su edifici - a seconda del ricorrere o meno di determinate condizioni accuratamente esplicitate nel testo normativo - fra gli interventi "di attività edilizia libera" , con esclusione anche in questo caso dei centri storici e di tutti i casi ricadenti nel campo di applicazione del Codice (Parte II, "Beni culturali", e Parte III, "Beni paesaggistici"), o fra quelli soggetti a DIA (sostituita dalla PAS, Procedura Abilitativa Semplificata, dal DLgs 28/2011, art. 6); nella fattispecie dell' "attività edilizia libera", viene altresì inquadrato, al punto 12.5, il c.d. "microeolico" (singoli generatori eolici con altezza non superiore a 1,5 metri e diametro non superiore a 1 metro), anche in questo caso con esclusione dei casi ricadenti nel campo di operatività dei dispositivi di tutela del Codice.

Il già richiamato d.lgs 28/2011, inoltre, esclude (art. 11, comma 2) gli edifici tutelati ai sensi del d.lgs 42/2004 (Parte II e Parte III, art. 136, comma 1, lettere *b* e *c*) dall'obbligo di utilizzare, nel caso di *ristrutturazioni rilevanti* (secondo i principi minimi di integrazione indicati nell'Allegato 3), le fonti rinnovabili per la copertura dei consumi energetici.

Lo stesso articolo, al comma 1 - sempre nel caso di edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti - riduce del 50% la soglia di cui all'Allegato 3 qualora essi ricadano nei centri storici (zona A del DM 2 aprile 1968, n. 1444), disponendone comunque (comma 6) l'incremento del 10% per gli edifici pubblici.

Tornando agli ambiti sottoposti a tutela paesaggistica, va infine ricordato che i Piani paesaggistici dettano regole e direttive che possono incidere sulla possibilità o meno di impiegare tecnologie quali l'eolico o i sistemi solari attivi - fotovoltaici o termici che siano - e che dunque alla pianificazione paesaggistica (del tutto sovraordinata, si ricorda, agli strumenti urbanistici) dovrà innanzitutto riferirsi il progettista per una preliminare valutazione circa la praticabilità dell'intervento eventualmente previsto; il Codice prevede inoltre che tutti gli immobili e le aree sottoposte a tutela (tanto ai sensi dell'art. 136 che 'ex lege' ai sensi dell'art. 142) siano dotati di adeguate "norme di gestione", attualmente in corso di elaborazione nell'ambito dei molti tavoli di co-pianificazione attivi tra il MiBACT e varie Amministrazioni regionali per la redazione dei Piani paesaggistici di nuova generazione ai sensi dell'art. 143 del Codice medesimo, attività nell'ambito della quale il tema delle energie rinnovabili potrà trovare più adeguata e aggiornata considerazione.
Da ultimo va ricordato che, sulla base di quanto disposto dalle Linee guida di cui al DM 10.09.2010, già più volte richiamate, le Regioni e le Province possono procedere ad individuare nei loro territori le aree non idonee all'installazione di impianti da energie rinnovabili, facoltà della quale si è avvalsa ad esempio la Regione Toscana per gli impianti fotovoltaici a terra (Delibera Consiglio Regionale n. 68 del 28.10.2011).

4.4.2. - I sistemi solari attivi nell'edilizia storica

I sistemi solari attivi captano, accumulano e utilizzano l'irraggiamento solare per produrre, attraverso degli impianti fotovoltaici oppure termici inclusi nelle strutture dell'edificio, energia elettrica o termica (acqua calda sanitaria).
Nel caso del solare termico, i pannelli consentono (con diverse tecnologie) di riscaldare l'acqua fino ad una temperatura di 38 – 45 gradi.
Il fotovoltaico invece si presenta sotto una maggiore varietà di forme, visto che le celle fotovoltaiche possono essere incorporate in diversi tipi di strutture (pannelli da posizionare in falda, a sostituzione del manto di copertura, ma anche lastre di vetro, tegole fotovoltaiche ecc.).
Uno dei punti problematici nel rapporto tra l'energia solare e l'edilizia storica è connesso all'impatto sull'immagine: l'alterazione della percezione del volume dell'edilizia storica, dei materiali e delle superfici. Anche in questo campo si dovrebbe operare, in fin dei conti, con i principi generali del restauro, tra cui la reversibilità dell'intervento e la non invasività rispetto alle strutture storiche.
Nei singoli casi, la mitigazione dell'impatto è possibile attraverso una riflessione su questi elementi e lo studio della disposizione dei pannelli di modo che non si alterino le linee generali dell'edificio.
Nel caso di inserimento sui tetti, nell'allegato 3 del d.lgs 28/2011 è indicato che i pannelli fotovoltaici o solari termici devono essere disposti con "la stessa inclinazione e lo stesso orientamento della falda", nell'intenzione ovvia di evitare le alterazioni volumetriche.
Si potrebbero delineare alcuni filoni di discussione, con problematiche diverse (considerati sia i beni tutelati dal d.lgs 42/2004, sia l'edilizia storica seriale, tutelata dalle normative urbanistiche di competenza regionale e locale), anche connesse all'incidenza statistica dei singoli casi:
1. l'inserimento in aree di tutela paesaggistica quali centri storici (interventi puntuali a contatto con l'edilizia storica, ma anche inserimenti sulle falde o quali elementi aggiuntivi all'edilizia storica seriale);
2. inserimenti su edifici storici isolati, anche se non tutelati ai sensi del d.lgs 42/2004: per esempio fattorie storiche o edifici agricoli, isolati;

3. l'inserimento a contatto con i beni monumentali (sulle falde dei tetti, a sostituzione di superfici vetrate ecc.) o in aree di tutela indiretta.
Nell'ultimo caso, per esempio, è prassi diffusa evitare l'inserimento dei pannelli sull'edificio monumentale: sui corpi annessi o sulle recinzioni, o nelle aree immediatamente circostanti, va valutato l'inserimento dei pannelli in relazione alla percezione visiva del monumento e alle sue caratteristiche peculiari.
Le testimonianze di architettura industriale otto-novecentesca oppure l'architettura modernista si potrebbero, ipoteticamente, prestare in modo più immediato a delle esercitazioni progettuali sul design solare, essendo per loro natura forme di fattura industriale, vicine concettualmente all'innovazione tecnologica contemporanea. La riflessione diventa molto più difficile laddove si tratta di forme e materiali risalenti a epoche più antiche.

Il fotovoltaico

Il sistema più diffuso sul territorio italiano è ancora rappresentato dalla superficie di pannelli, inseriti sulle falde delle coperture o sulle superfici verticali (terrapieni, recinzioni, muri); sono utilizzati meno altri sistemi (celle fotovoltaiche incorporate nel vetro, nelle singole tegole, ecc.)
Considerato il rapporto costi – benefici energetici, bisogna precisare che una superficie continua di pannelli ha una resa molto maggiore rispetto allo sviluppo di sistemi con elementi minuti: la stessa dipende dalla grandezza della superficie dei pannelli, ma anche dall'orientamento (il migliore è verso sud) e dall'inclinazione del pannello. Nel caso di un edificio storico, con l'applicazione in copertura, rispettando l'orientamento e l'inclinazione della falda, raramente si arriva ad una situazione ottimale dal punto di vista energetico: a fronte di una significativa alterazione dell'immagine, non sempre si ottiene un grande vantaggio energetico.
Per il fotovoltaico, in tali situazioni forse converrebbe delocalizzare la produzione dell'energia in un campo solare esterno, compartecipato, realizzato se possibile senza consumo di territorio (per esempio in copertura di un parcheggio o di un capannone, sulle barriere autostradali anti-rumore): in questo modo facilmente si possono impostare condizioni ottimali di esposizione.
Un interessante progetto sperimentale sul fotovoltaico nell'edilizia storica, ancora attuale anche se risalente a quasi un decennio fa, è stato PV accept, 2002 – 2004 (www.pvaccept.de); in Liguria si è riuscito, con il sostegno della Soprintendenza competente, ad inserire alcuni elementi di design, al Castello di Portovenere - elementi fotovoltaici a bandiera nelle arcate delle mura di fortificazione - , al Museo Civico Archeologico di La Spezia - insegna fotovoltaica all'ingresso). Diverse sperimentazioni sono portate avanti nei progetti di architettura (v. anche: www.europaconcorsi.it); il concorso di idee "Le energie rinnovabili per le isole minori e le aree marine protette - energie rinnovabili e paesaggio" porterà forse altre interessanti proposte.
Gli elementi fotovoltaici rivestono ormai diverse forme e cromatiche:
- il sistema più diffuso resta l'aggregazione di pannelli fotovoltaici, di diverse dimensioni e modi di applicazione (non entriamo qui nei dettagli tecnologici delle tipologie di pannello), istallati al di sopra degli elementi architettonici o a sostituzione degli stessi;
- elementi fotovoltaici di minori dimensioni, di grande diversità di forme, integrati in altri elementi costruttivi o indipendenti, dal design particolare:
    - la tegola con cellule fotovoltaiche,
    - la pellicola fotovoltaica da applicare sulle superfici vetrate,
    - le lastre di vetro con cellule fotovoltaiche incorporate;

- sistema di parasolari fotovoltaici, fissati su strutture di sostegno addossate alle facciate ecc.

In effetti, i decreti *Conto Energia* hanno riconosciuto tariffe incentivanti per gli elementi fotovoltaici di tipo innovativo, che vanno a sostituzione degli elementi architettonici tradizionali.

Aspetti critici

- Visivamente, l'alterazione cromatica delle superfici architettoniche (intonaci, paramenti a vista, falde di copertura in coppi) – (però, dal punto di vista cromatico, ormai sono in produzione elementi che consentono una migliore integrazione degli elementi fotovoltaici con le superfici circostanti).
- Alterazione del paesaggio e l'impermeabilizzazione dei suoli, nel caso di posizionamento a terra degli impianti.

Proposte

Se possibile, è sempre auspicabile la delocalizzazione della produzione di energia fotovoltaica all'esterno dei centri storici, su coperture o prospetti di fabbricati industriali, centri commerciali ecc. Per l'inserimento dei pannelli sulle coperture dell'edilizia storica sarebbe buona regola seguire alcune linee:

- laddove possibile, inserire i pannelli sulle coperture degli edifici annessi (pergole sul parcheggio ecc.) invece che sulla copertura dell'edificio storico;
- utilizzare le soluzioni integrate – a sostituzione della copertura;
- studiare la disposizione dei pannelli in una striscia continua, al di sopra della linea di gronda, su tutta la lunghezza del tetto, o eventualmente a copertura dell'intera falda che presenta la migliore esposizione: la superficie di pannelli risulta in questo modo meno invasiva rispetto alla frammentazione visiva della falda;
- scegliere soluzioni cromatiche compatibili per la superficie dei pannelli, nel caso di inserimenti sulle coperture (grigio dell'ardesia, rosso mattone dei coppi ecc.), sui muretti dei terrapieni, sulle recinzioni.

Nel caso di edifici tutelati ai sensi del d.lgs 42/2004, sono da valutare attentamente proposte riguardanti l'inserimento di elementi di design particolare, integrato: celle fotovoltaiche incorporate in superfici vetrate, "piastre" di celle fotovoltaiche applicate su pareti verticali (anche come pannelli di segnalazione fotovoltaici nel caso di complessi museali, ecc.)

Il solare termico (i collettori solari)

Il collettore solare è un sistema che trasforma l'energia solare in energia termica, utilizzato per il riscaldamento dell'acqua sanitaria, per il riscaldamento a pavimento (in questo caso spesso il pannello solare arriva a fornire direttamente l'acqua alla temperatura di 30°C) oppure con corpi radianti, per il riscaldamento delle piscine o delle docce esterne ecc. In linea molto schematica, consiste in un sistema di pannelli che permette il riscaldamento dell'agente termico (acqua) ed è messo in relazione ad un serbatoio e ad un sistema di distribuzione. Il sistema termico solare funziona in abbinamento ad un sistema tradizionale di riscaldamento, che garantisce il raggiungimento delle temperature ottimali, ad integrazione dell'apporto dei collettori solari.

Dal punto di vista del rapporto con l'edilizia storica, le considerazioni sono molto simili a quanto detto in relazione al fotovoltaico. Bisogna anche considerare i serbatoi di scambio e accumulo, che possono essere aggregati al pannello o posizionati nella sua vicinanza. La necessità di avere i collettori prossimi al serbatoio di accumulo e al sistema di distribuzione, per minimizzare le

dispersioni di energia termica, rende meno pratica la soluzione di collocamento dei pannelli a distanza dall'edificio storico (su pergole, a modo di frangi-sole sui parcheggi ecc.). Solitamente i collettori sono posizionati sulla copertura, eventualmente su terrapieni o muri di recinzione (soprattutto nel caso di sistemi riscaldanti per piscine), o a terra.

Aspetti critici dal punto di vista dell'immagine:

- presenza del serbatoio esterno, vicino al pannello;
- l'alterazione della cromatica tradizionale e della percezione generale delle superfici architettoniche.

Proposte:

è sconsigliabile, nell'edilizia storica, l'uso dei pannelli con serbatoio esterno; si adotteranno sistemi con serbatoio interno.

La collocazione dei pannelli va studiata di modo che si alteri nel minor modo possibile la percezione dell'architettura: è buona prassi mettere i panelli in modo ordinato, allineati su una striscia parallela alla linea di gronda, o a copertura dell'intera falda. Lo stesso vale per l'applicazione sui muretti di sostegno dei terrapieni ecc.

Sono disponibili soluzioni tecnologiche di mimetizzazione cromatica, attraverso l'applicazione di una decalcomania forata sulla superficie del pannello.

4.4.3. I sistemi solari passivi nell'edilizia storica

Per sistemi passivi s'intendono tutti quei sistemi strettamente integrati agli edifici, tesi al miglioramento del comfort termoigrometrico e psico-percettivo dell'utente, che si avvalgono di mezzi e accorgimenti che per il loro funzionamento non richiedono fonti di energia esterne. Nel considerare l'edificio in simbiosi con il contesto nel quale si inserisce, non circoscrivono la funzione dell'involucro al ruolo di solo elemento di proiezione, ma lo riconoscono nella sua capacità di mediare le condizioni climatiche esterne, sia in riferimento alle oscillazioni giornaliere che a quelle stagionali, e di sfruttarle al fine di portare gli ambienti interni al livello di benessere termico. L'edificio diventa, dunque, "il" sistema passivo, con le sue strategie progettuali di posizionamento e orientamento nel lotto; di distribuzione degli spazi interni; di scelta di materiali da usare; di inserimento di forma e posizione di superfici vetrate e murature; di definizione del tipo di copertura[79]. In questa sezione verranno descritti i sistemi che richiedono interventi sulle volumetrie degli edifici e coinvolgono più unità tecnologie per un funzionamento sinergico, mentre nelle sezioni precedenti sono stati presi in considerazione interventi di tipo superficiale.

Tipologie in relazione alla posizione

Un altro tipo di classificazione fa riferimento alla posizione rispetto all'edificio, e quindi al livello di integrazione con esso. Le alterazioni volumetriche implicate dall'utilizzo dei sistemi passivi possono essere aggregate o appoggiate all'edificio (*lean to*), costituendone quindi una "estensione" verso l'esterno, oppure integrate o incorporate (*embedded*), potendo essere considerate come un "completamento". Nell'efficientazione energetica di edifici storici è opportuno tenere in considerazione quali sono i vincoli posti negli interventi di ristrutturazione per valutare il livello d'incisività sul carattere dell'edificio dell'apposizione di volumi edilizi chiusi da una o più pareti trasparenti, appositamente schermati ed apribili per limitare gli effetti di surriscaldamento in

[79] Bori D., *Il raffrescamento passivo degli edifici: tecniche, tecnologie, esempi: cenni di termofisica applicata*, Napoli, Sistemi editoriali, 2006.

situazione estiva. Nel caso in cui sia impossibile operare alterazioni sulle volumetrie originarie dell'edificio sarà necessario adoperare soluzioni superficiali relative alle singole unità tecnologiche cercando di massimizzare le sinergie tra esse nella fase di progettazione degli interventi. Se le variazioni volumetriche sono possibili ma, ad esempio, è necessaria una particolare attenzione agli elementi di pregio in facciata, l'eventuale integrazione di sistemi volumetrici sarà possibile in eventuali corti o logge interne, e viceversa. Se i vincoli riguardano gli interni, mentre gli esterni possono essere soggetti a variazioni, o se l'integrazione di elementi vetrati può aiutare a preservare le finiture esterne di pregio dall'azione degli agenti atmosferici, sarà in questo caso possibile aggregare elementi in facciata o in copertura del tipo *lean to*.

Tipologie in relazione al funzionamento

I sistemi passivi si possono classificare in relazione al funzionamento, ovvero alla modalità di captazione, accumulo e trasferimento o distribuzione dell'energia termica o luminosa, distinguendosi in sistemi a guadagno diretto, indiretto e isolato. Nei sistemi *diretti* l'energia è generata o captata direttamente all'interno dell'ambiente destinatario della stessa; per quanto riguarda i sistemi solari, l'energia termica si distribuisce all'interno dell'ambiente per irraggiamento diretto. Nei sistemi *indiretti* l'energia è captata o generata in uno spazio adiacente al locale destinatario e viene trasferita attraverso moti convettivi o radiativi attraverso una massa di accumulo (energia termica) o sistemi di riflessione multipla (energia luminosa). Nei sistemi *isolati* infine, l'energia è captata ed accumulata in uno spazio apposito distante dall'ambiente destinatario e per la trasmissione ci si serve spesso di sistemi impiantistici ibridi abbinati a quelli passivi (canalizzazioni con bocchette di presa e immissione generalmente supportate da ventole per l'energia termica). Solo attraverso uno studio delle caratteristiche intrinseche dell'edificio storico sarà possibile selezionare il tipo di sistema più conveniente in termini energetici e di rispetto delle strutture esistenti. Nella riqualificazione, il primo sistema garantisce in generale una maggiore compatibilità con le condizioni esistenti della fabbrica e necessità di minori interventi. La possibilità di sfruttare la massa termica delle imponenti chiusure opache può, ad esempio, portare a preferire sistemi di tipo diretto-indiretto; la suscettività a sfruttare o integrare sistemi di canalizzazione permette l'integrazione di sistemi di tipo isolato che consentono la climatizzazione o l'illuminazione di ambienti svantaggiati per posizionamento all'interno del complesso edilizio (ambienti interni senza aperture, locali ipogei, ecc.).

Strategie dei sistemi passivi

I sistemi passivi permettono di operare strategie di contenimento delle dispersioni o di captazione e accumulo termico ai fini del riscaldamento dell'edificio, captazione e diffusione della luce naturale per l'illuminazione, e dispersione termica attraverso il controllo della ventilazione per favorire il raffrescamento.

Nella gestione del riscaldamento passivo, ai fini del contenimento delle dispersioni e dell'accumulo termico, l'integrazione di sistemi volumetrici alle chiusure può avere apporti termici estremamente positivi, poiché incrementa notevolmente il contenimento della dispersione termica e la captazione e distribuzione dell'energia solare termica. La prima strategia, di tipo conservativo, conferisce al sistema il ruolo fondamentale di isolare lo spazio interno da quello esterno, agendo sulle dispersioni dell'involucro edilizio opaco e trasparente e sulle dispersioni per ventilazione, neutralizzando i ponti termici e minimizzando dunque il fabbisogno di energia per riscaldamento e raffrescamento.

La seconda di tipo captativo tende a ottimizzare gli apporti solari conferendo all'edificio la capacità di adattarsi alle variabili climatiche giornaliere e stagionali, ottimizzando i guadagni energetici gratuiti che provengono dall'insolazione sulle superfici dell'edificio sfruttando il fenomeno dell'effetto serra, che consiste nell'innalzamento della temperatura di un ambiente chiuso esposto all'irraggiamento del sole attraverso una superficie vetrata, combinandolo con le caratteristiche di accumulo delle pareti opache per la distribuzione del calore nel tempo (cfr. § 4.1.4)[80]. Per ottenere il massimo guadagno solare, la vetrata che fa da collettore termico dovrebbe essere esposta alla massima radiazione: nel caso di una riqualificazione, è possibile utilizzare per la captazione le finestrature esposte a Sud, che garantiscono un'ottima insolazione invernale e un ridotto guadagno termico estivo, ottimizzando invece l'isolamento delle restanti chiusure trasparenti. In generale, la captazione solare può avvenire secondo i tre modelli di guadagno energetico descritti in precedenza. Gli interventi che permettono di operare tali strategie sono i *buffer space*[81] per quanto riguarda il contenimento delle dispersioni, le serre solari e gli atri bioclimatici.

In.24. Realizzazione di buffer space
Anche detto "spazio cuscinetto", poiché crea uno strato d'isolamento aggiuntivo dalle temperature esterne ed ottimizza il contenimento della dispersione degli apporti termici interni, riducendo la necessità di riscaldamento meccanizzato. Deve essere completamente apribile in estate per evitare carichi termici eccessivi. A seconda del posizionamento rispetto al Nord, può fungere solamente da contenimento delle dispersioni termiche o assumere il duplice ruolo di accumulatore termico.

In.24. Realizzazione di serre captanti
Le serre captanti contribuiscono notevolmente al contenimento energetico dell'edificio, poiché sono sistemi che sfruttano l'effetto serra per l'accumulo passivo di energia termica. I vetri devono avere caratteristiche di buona captazione solare e contemporaneamente di isolamento termico. La presenza di masse di accumulo serve a stabilizzare la temperatura e ne garantisce il rilascio graduale durante la giornata. Occorre prestare attenzione ai guadagni termici estivi: le pareti trasparenti, ai climi temperati, devono essere dotate di sistemi di apertura e schermatura che annulli l'effetto serra nelle stagioni calde. Le serre possono funzionare come sistemi diretti, indiretti o isolati[82].
Ai fini del potenziamento dell'illuminazione naturale degli ambienti, a latere dei sistemi diretti di captazione della radiazione luminosa attraverso le superfici vetrate, esistono sistemi più o meno semplici di riflessione della luce solare verso gli ambienti privi o con condizioni svantaggiate di esposizione esterna. Allo sfruttamento delle proprietà riflettenti dei materiali di rivestimento delle pareti opache per la riflessione diretta nello stesso ambiente in cui avviene la captazione (cfr. §

[80] La radiazione solare investe le vetrate e arriva a incidere sulle pareti opache. Il vetro è trasparente alle radiazioni nella banda del visibile e opaco alla radiazioni infrarosse, costituite dal calore: quando le radiazioni del visibile penetrano nella serra, vengono assorbite dagli oggetti e strutture presenti, aumentando la loro temperatura superficiale e causando la loro emissione di calore per irraggiamento e convezione; tale calore, non potendo più attraversare il vetro, contribuisce al riscaldamento dell'ambiente e degli occupanti. L'efficienza del sistema viene inoltre migliorata abbinando l'uso del vetro a materiali ad elevata densità, che possiedono la capacità di accumulare grandi quantità di energia prima di trasferire il calore in superficie, riscaldandosi e rilasciando il calore lentamente.
[81] Battisti A., *Buffer space*, Carbonara G., Strappa G. (a cura di), *Architettura Progettazione Restauro Tecnologia Urbanistica*, Torino, UTET Scienze Tecniche, in stampa.
[82] Battisti A., *Serra solare*, Carbonara G., Strappa G. (a cura di), *Architettura Progettazione Restauro Tecnologia Urbanistica*, Torino, UTET Scienze Tecniche, in stampa.

4.1.4) si aggiungono sistemi indiretti che, attraverso l'impiego di materiali riflettenti, sfruttano cavedi esistenti o creando nuovi passaggi per trasferire la luce solare dall'esterno verso l'interno. Grandi scaloni centrali o atri sono spesso illuminati dall'alto tramite lucernai. In clima mediterraneo è necessario prestare attenzione per minimizzare il rischio di surriscaldamento attraverso sistemi di schermatura e ventilazione naturale. In passato spesso ai lucernai veniva applicato uno strato di intonaco bianco in primavera, poi rimosso in inverno, che preveniva l'ingresso di luce diretta e calore in estate, mantenendo un buon grado di illuminazione diffusa (oggi lo stesso effetto si potrebbe ottenere con l'implementazione di vetri termocromici, trasparenti in inverno, traslucenti/opalini d'estate).

In.25 Installazione di un camino di luce (corelighting / lightpipe / suntube)

In edifici caratterizzati da ambienti profondi, l'installazione di *lightpipe* può essere una soluzione per provvedere ad un'illuminazione adeguata per gli ambienti più interni o per i piani interrati. I camini di luce sfruttano cavedi esistenti o si inseriscono in nuove condutture per trasferire la radiazione luminosa dall'esterno all'interno attraverso sistemi captanti posti a Sud o in posizione zenitale, l'ausilio di attrezzature semplici come sistemi di rivestimento riflettenti o fotoconduttori tubolari per la trasmissione luminosa, e sistemi di diffusione chiari in policarbonato o vetro incassato nel soffitto.

Per favorire il raffrescamento passivo si operano strategie di dispersione termica attraverso il controllo della ventilazione (moti radiativi e convettivi) e sistemi di raffrescamento evaporativo. I dispositivi di ventilazione naturale sono da sempre stati utilizzanti nell'architettura storica per la climatizzazione degli ambienti, specialmente nei climi caldi, ed è possibile annoverare tra gli esempi più famosi di questa modalità di raffrescamento naturale le torri del vento iraniane, le architetture normanno arabe in Sicilia culminate nella costruzione del Palazzo della Zisa di Palermo, le masserie pugliesi ed altri esempi ancora. Oltre ai sistemi diretti di raffrescamento che sfruttano le aperture di ambienti adiacenti per innescare la ventilazione attraverso l'apertura manuale o meccanizzata dei sistemi di finestratura (cfr. § 4.1.5) in questa sezione ci interesseremo dei sistemi indiretti o isolati che sfruttano cavedi o vani scala esistenti per combinare una ventilazione passante da gradiente termico ascendente (effetto camino) o discendente (effetto caduta d'aria) per il raffrescamento di ambienti ad essi adiacenti o connessi tramite un sistema di canalizzazione dell'aria. Il sistema di ventilazione naturale controllata per effetto camino sfrutta la differenza temperatura dell'aria tra interno ed esterno per estrarre l'aria viziata dagli ambienti ed espellerla verso la volta celeste[83]. Può essere integrato con sistemi di raffrescamento evaporativo che innescano l'effetto caduta d'aria, associando alle chiusure trasparenti elementi tecnici specificatamente prodotti per lo scambio termico evaporativo[84] (nebulizzatori e spruzzatori eventualmente coadiuvati da ventole - sistemi ibridi). Tali tecniche devono essere usate in climi caldi secchi, dove i valori di umidità relativa dell'aria son tali da evitare che uno strumento del genere provochi discomfort.

[83] L'effetto camino è un fenomeno di ventilazione naturale all'interno di un edificio, causato da differenze di pressione, dovute a differenti densità dell'aria causa delle diverse temperature dei fluidi, per cui l'aria calda meno densa tende a risalire ingenerando una depressione a valle e richiamando aria fredda più densa (moti convettivi).

[84] I sistemi a raffrescamento evaporativo si basano sulla sottrazione del calore contenuto nell'aria immessa in un ambiente, tramite il passaggio della medesima attraverso contenitori d'acqua (bacini, canali, fontane, serpentine) o getti nebulizzati (sistemi passivi diretti), o apparecchiature (sistema ibrido indiretto), che inducono l'evaporazione dell'acqua stessa.

In.26 Realizzazione di camini di ventilazione

Sistemi passivi usati sin dall'antichità, i camini di ventilazione[85] possono essere realizzati in edifici storici sfruttando cavedi esistenti o vani scala. L'effetto camino sfrutta la differenza temperatura dell'aria tra interno ed esterno per estrarre l'aria viziata dagli ambienti ed espellerla verso la volta celeste. Per una buona estrazione dell'aria è utile che vi siano differenze piuttosto rilevanti tra l'aria calda nella parte più alta dell'edificio e l'aria esterna. Per aumentare queste differenze, si possono integrare sistemi, come il camino solare, che permettono di aumentare la temperatura nella parte più alta del camino.

Realizzazione di sistemi di caduta d'aria

Una delle tecniche utilizzata direttamente in ambienti confinati è quella a caduta d'aria: essa si basa sull'effetto di raffreddamento prodotto da uno strato d'acqua nebulizzata nella parte di un vano sulle cui chiusure laterali sono collocate una o più aperture. L'aria entrante si raffredda al passaggio attraverso lo strato d'acqua e, aumentando di densità, scende verso il basso[86].

Realizzazione di atri bioclimatici

Gli atri bioclimatici combinano le strategie di accumulo termico diretto, indiretto o isolato con quelle di captazione e diffusione dell'illuminazione naturale, e di controllo della ventilazione naturale per il raffrescamento. La loro conformazione permette di sfruttare l'effetto serra e l'effetto camino per ottenere entrambi questi risultati. Inoltre può agire sulla quantità di energia luminosa trasmessa attraverso sistemi riflettenti negli ambienti a cui l'interposizione di un atrio ha impedito l'esposizione diretta alla radiazione luminosa.

4.4.4 Le pompe di calore

Le pompe di calore sono considerate fonte rinnovabile per un'aliquota di energia che va calcolata secondo la legislazione e la normativa vigente, unicamente per la stagione invernale. Al momento vigono il DL 28/11 e la Specifica Tecnica UNI/TS 11300-4 (UNI, 2012b). Sull'argomento, nel marzo 2012 AiCARR ha pubblicato un *Position Paper* nel quale vengono presentate alcune proposte migliorative per il calcolo dell'effettiva quota di energia rinnovabile in gioco.

4.4.5 Le biomasse

Per biomassa si intende ogni sostanza di origine biologica e quindi legata alla chimica del carbonio. Volendo fare riferimento alle fonti rinnovabili, è bene considerare come biomasse le sole sostanze prodotte dalla fotosintesi clorofilliana, per esempio foreste, colture, residui dell'industria agroalimentare, valutandole sotto l'aspetto energetico, escludendo quindi da tale definizione tutte le biomasse fossilizzate e i loro derivati. Dalle biomasse così intese è possibile ottenere direttamente combustibili solidi (legna da ardere, residui agricoli e forestali), oppure combustibili liquidi e gassosi ottenuti tramite processi opportuni di trasformazione strutturale della parte organica (combustibile da rifiuti solidi urbani, biodiesel da piante oleaginose, bioetanolo da piante zuccherine, ecc.). Ogni categoria di biomassa può essere sfruttata energeticamente con opportune tecnologie, quasi tutte oggi ben sviluppate, a seconda del loro contenuto di umidità o del loro

[85] Battisti A., *Torre di ventilazione*, Carbonara G., Strappa G. (a cura di), *Architettura Progettazione Restauro Tecnologia Urbanistica*, Torino, UTET Scienze Tecniche, in stampa.

[86] Cfr. CS.1, Ristrutturazione del Palazzo della Borsa, La Valletta, Malta (Arch. Brian Ford, Londra).

rapporto carbonio/azoto.
I vantaggi nell'utilizzo delle biomasse ai fini energetici sono legati alle seguenti caratteristiche:

- possono essere considerate risorse rinnovabili, purché vengano impiegate ad un ritmo non superiore alla capacità di rinnovamento biologico;
- fra tutte le energie rinnovabili, sono quelle che caratterizzate da tecnologie già mature;
- sono esenti da zolfo e quindi non provocano formazione di ossidi di zolfo nella combustione, agenti tossici e responsabili delle piogge acide;
- non provocano aumento della CO_2 nell'atmosfera, perché si può considerare che la quantità di gas che emettono durante la loro combustione sia pari a quella assorbita durante la fase di crescita mediante la fotosintesi.

Per contro, le biomasse hanno:

- una bassa densità fisica (sul territorio) ed energetica e sono stagionali; questo comporta maggiori problemi di trasporto e di stoccaggio rispetto ai combustibili fossili tradizionali (la stoccabilità rappresenta anche un vantaggio rispetto ad altre fonti rinnovabili, perché consente di utilizzare la biomassa quando serve, anziché quando c'è, come nel caso del solare e dell'eolico);
- un alto contenuto di umidità e una particolare resistenza meccanica, cosa che rende l'essiccamento e la comminuzione difficili e costosi.

4.4.6 La geotermia

L'energia geotermica è l'energia contenuta all'interno della crosta terrestre, che viene trasferita in superficie per conduzione e convezione nelle zone in cui la morfologia terrestre e la presenza di fluidi lo consentono. Viene generalmente utilizzata come sorgente per il funzionamento delle pompe di calore e nello scambio diretto tra il terreno e i fluidi vettori.

4.4.7 Centri e nuclei storici

Come già è stato anticipato nel precedente paragrafo 4.4.2, la casistica al momento più diffusa in Italia di applicazione del fotovoltaico è quella dell'inserimento di pannelli contigui sulle falde di copertura e il requisito minimo di compatibilità di tale inserimento viene in genere individuato nel fatto che i pannelli siano in queste integrati – vengano collocati cioè in modo da sostituire porzioni più o meno estese del manto di copertura senza essere ad esso meramente sovrapposti – e ne seguano inclinazione e orientamento, come del resto già indica il richiamato punto 12.1 delle Linee guida, e si attengano inoltre a geometrie il più possibili regolari e coerenti con la configurazione della falde medesime.
Il mercato offre inoltre ormai soluzioni maggiormente coerenti con i cromatismi dei tradizionali materiali di copertura (laterizio, prevalentemente, con caratteri tonali diversi a seconda delle argille disponibili nelle diverse regioni, ma anche pietra, ardesia, ecc.), sebbene al momento ancora di minor resa in termini energetici rispetto ai pannelli di prima generazione.
Lo stesso dicasi per le cosiddette 'tegole fotovoltaiche', sicuramente ancor meno intrusive ma non pienamente risolutive giacché le celle fotovoltaiche restano visibili in genere nella parte centrale del corpo di ciascun coppo, o in strisce continue inserite tra più file di coppi, con effetto fastidiosamente moltiplicatore dell'alterazione dell'immagine tradizionale tanto più è estesa la superficie della falda di copertura interessata dalla messa in opera di tali elementi.

L'applicazione dei criteri fin qui descritti non ovvia in definitiva al grave problema dell' *effetto cumulativo* indotto dal coinvolgimento dell'insieme delle unità edilizie costituenti l'abitato storico, con esiti paradossalmente tanto più dissonanti quanto più il tessuto edilizio è minuto e 'seriale', per l'evidente conseguenza della moltiplicazione delle superfici di interruzione della continuità cromatica e materica dei manti di copertura, e - per analoghi quanto intuibili motivi - tanto più esiziali per i piccoli centri: con l'aggiunta, peraltro, di effetti di turbativa e contaminazione dell'immagine che, degli antichi nuclei abitati, è percepibile dal contesto territoriale circostante, specie nei casi - peraltro frequentissimi in Italia - in cui essi siano compattamente arroccati su di un rilievo dominante l'intorno.
Problematica, quest'ultima, che investe peraltro anche fabbricati e manufatti non storici che siano però situati nell'immediata fascia libera circostante l'abitato, fascia che non a caso la pianificazione paesaggistica più avvertita protegge con adeguate prescrizioni di salvaguardia e rispetto (c.d. *buffer zone*).
In verità, del complessivo parco edilizio italiano, enormemente incrementatosi - come noto - a partire dall'ultimo dopoguerra, l'edilizia storica costituisce una frazione assai ridotta: sicché - ferma restando l'applicazione di tutte le provvidenze di miglioramento energetico con essa compatibili - appare quanto meno irrazionale se non decisamente miope, nel quadro di un bilanciamento costi-benefici, comprometterne i caratteri connotativi e i valori paesaggistici a fronte dell'apporto certamente non significativo e non risolutivo da essa offerto all'abbattimento, a scala nazionale, dei consumi energetici da fonti fossili e più in generale non rinnovabili.
E, ancora, non può sottacersi il fatto che si opera purtroppo, nel nostro paese, in un quadro di diffuso disordine edilizio e territoriale, e in situazioni sovente, da detto disordine, già compromesse: non sono pochi i centri storici, specie nelle regioni meridionali ma non solo, già gravemente alterati dal sovrapporsi di 'microinterventi' incongrui e dissonanti (superfetazioni e impianti a vista di vario tipo, tetti e tettoie in lamiera ondulata, tegole in cemento colorato, infissi e ringhiere in alluminio, gronde in plastica, impiego di intonaci cementizi e coloriture del tutto avulse dal contesto storico sia per materiali impiegati che per scelte cromatiche, ecc.), ai quali gli impianti di captazione dell'energia solare vengono ad aggiungersi ed a sovrapporsi con esiti di ulteriore se non definitiva cancellazione dei tratti distintivi di contesti urbani anche di notevole pregnanza storica.
La questione da porsi è semmai quella del *vulnus* che verrebbe inferto al principio di pari trattamento con l'esclusione di quanti operino e risiedano negli abitati storici (singoli cittadini, imprese, enti) dalla facoltà di avvalersi del vantaggio economico almeno potenzialmente offerto dall'utilizzazione, ai fini dei propri consumi energetici, di talune soluzioni tecnologiche, e segnatamente di quelle connesse all'impiego di energia da fonti rinnovabili.
Alla luce di quanto sopra, una soluzione preferibile alla installazione di microimpianti fotovolatici sulle coperture delle singole utenze, praticabile specie nel caso dei piccoli centri, è quella di individuare un unico luogo esterno all'abitato, opportunamente prescelto in posizione defilata, in cui installare cumulativamente gli impianti a cura del Comune consentendo al contempo ai singoli utenti di godere pro quota dei benefici e delle agevolazioni di legge: si tratta del c.d. *"scambio sul posto delocalizzato"* non a caso previsto, in applicazione della legge 99/09, per i Comuni con popolazione fino a 20.000 residenti, e del quale andrebbe promossa l'estensione anche a comuni di maggior peso demografico, oltre che alle Amministrazioni pubbliche quali 'grandi utenti'.
In alternativa, potrebbe anche essere studiata una specifica agevolazione tariffaria per le utenze elettriche ricedenti nei centri storici, tale da compensare la disparità derivante dall'impedito accesso al risparmio energetico consentito dall'utilizzo delle fonti rinnovabili.

L'impiego dei pannelli solari termici pone problematiche di inserimento analoghe qualora ci si riferisca alle soluzioni tecnologiche di ultima generazione che vedono di molto ridotto lo spessore dei pannelli medesimi ed eliminato il serbatoio esterno a vista, caratteristiche tecnico-costruttive, queste ultime, del tutto incompatibili con qualsiasi integrazione nel manto e pur tuttavia ancora diffuse sul mercato e di largo impiego nella corrente operatività.
Ma, per l'appunto, anche nel caso di utilizzo di versioni piatte e leggere le problematiche di inserimento restano quelle di cui già si è detto con riguardo ai pannelli fotovoltaici - peraltro non di rado proposti in abbinamento ai pannelli solari, con ulteriore esiti di intrusività e disordine visivo - e dunque parimenti va auspicato l'abbandono delle soluzioni puntiformi di tipo individuale a favore di una attenta valutazione circa la praticabilità di soluzioni alternative "centralizzate", quali il teleriscaldamento abbinato ad impianti collettivi di cogenerazione, questi ultimi peraltro in via di sviluppo anche in versioni di ridotte dimensioni.
Va da sé che nessuna soluzione può essere considerata di per sé risolutiva e che l'ottica in cui muoversi non può che essere quella che pragmaticamente proceda caso per caso: è indubbio infatti che in presenza di coperture piane - caratterizzanti taluni centri storici dell'area meridionale, o comunque più o meno isolatamente presenti anche in quelli in cui prevale la tipologia di copertura a falda (nel caso, ad esempio, di sostituzioni moderne di preesistenti unità edilizie, o addizioni a queste ultime) - sia più agevole l'installazione di pannelli solari o fotovoltaici, sempre che il parapetto ne occluda la vista dal basso, e che non esistano luoghi di belvedere, o altri punti di vista privilegiati, da cui essi risultino percepibili; così come, lo si è già accennato, nel caso di vasti e articolati complessi edilizi, anche monumentali e tanto più se a destinazione specializzata, è sicuramente più probabile che possano essere individuati corpi di fabbrica annessi, magari di servizio e di scarso pregio, o comunque falde e coperture piane secondarie e defilate, che si prestino all'installazione di pannelli solari e/o fotovoltaici; e lo stesso dicasi per l'impiego dei sistemi passivi, o addirittura per l'installazione di microturbine ad asse verticale.
Una prospettiva sicuramente interessante è offerta dai coppi in cui le celle di silicio sono completamente inglobate nel corpo degli stessi, essendo questi realizzati in composto polimerico caricato con polveri naturali, tale da risultare alla vista del tutto analogo al materiale tradizionale e di consentire al contempo ai raggi solari di filtrare attraverso la superficie esterna (come fosse trasparente) e raggiungere le celle fotovoltaiche. Tale tecnologia (c.d. "fotovoltaico invisibile"), applicabile anche ad altri elementi di finitura, è emersa peraltro nell'ambito dell'edizione 2010 del concorso di idee periodicamente promosso dall'Associazione *Marevivo* e da vari Enti e Amministrazioni tra cui il MiBACT, ed è attualmente in fase di ottimizzazione e verifica con il supporto dell'ENEA.
Il caricamento con polveri naturali dovrebbe consentire peraltro di ottenere i diversi caratteri cromatici tipici delle tradizioni costruttive locali in relazione alle argille disponibili nei vari ambiti territoriali regionali e sub-regionali, oltre che caratteristiche materiche analoghe a quelle dei normali elementi laterizi; prototipi sono stati realizzati anche riproducendo pietre da rivestimento, pannelli di intonaco e finanche elementi lignei, applicazioni che aprono tuttavia la riflessione attorno a taluni assunti del restauro, quali quello dell'autenticità e della riconoscibilità della materia.
Un cenno meritano infine le opportunità offerte, ai fini dell'impiego del fotovoltaico nei centri storici, dagli elementi di arredo urbano (corpi illuminanti, pensiline, insegne ecc.) fondamentalmente riconducibili al dibattuto tema dell'inserimento di 'segni contemporanei'nel contesto storico, in grado ad un tempo di rivelarsi come tali e di dialogare con il contesto

medesimo: appaiono ben esemplificativi di un tale approccio gli elementi autoilluminanti fotovoltaici a bandiera (*solar flags*) collocati nelle grandi arcate che articolano le mura del Castello Doria di Portovenere, o l'insegna fotovoltaica collocata all'ingresso del Castello di San Giorgio a La Spezia, sede del Museo Civico Archeologico.
Anche i pannelli fotovoltaici calpestabili, oltre che ovviamente per le coperture a terrazza, potrebbero trovare impiego per ponderate inserzioni nelle pavimentazioni stradali, tali da assicurare comunque il rispetto dei materiali e delle geometrie di posa tradizionali (con impiego, ad esempio, per bordi stradali, pavimentazioni di aree secondarie e di risulta, spazi subito esterni e di contorno rispetto all'abitato storico, ecc.).

4.4.8 – L'architettura rurale tradizionale e il suo contesto

Gran parte del paesaggio italiano è, sostanzialmente, paesaggio agrario, natura umanizzata dalla secolare attività agricola, e sulla sua oculata gestione - quale risorsa culturale ed economica ad un tempo - si gioca la sfida della cancellazione o della trasmissione al futuro dell'identità paesaggistica di tante aree del nostro Paese.
Di qui l'attenzione che, nell'ambito delle presenti Linee d'indirizzo, è apparso opportuno pur brevemente riservare all'architettura rurale 'tradizionale' quale elemento che, per l'appunto, tanto concorre a connotare e 'costruire' tale identità; fermo restando che le considerazioni qui svolte - pertinenti in sostanza edifici di valore storico-architettonico e storico-testimoniale collocati in posizione isolata - possono in linea generale ben attagliarsi ad altre architetture che parimenti punteggiano il nostro territorio, quali chiese e cappelle, complessi conventuali, ville signorili, fortificazioni.
Per essi – qualora si intervenga direttamente sul corpo di fabbrica – valgono in buona sostanza le considerazioni già svolte per l'edilizia ricadente in un aggregato urbano storico, tanto con riguardo agli edifici e ai complessi 'specializzati' e monumentali che all'edilizia minuta e seriale che di tale aggregato costituiscono il tessuto.
Di un grado sicuramente maggiore di libertà, e di un più ampio spettro di strategie operative, si può invece in genere disporre - entro certi limiti e per certi aspetti - nel caso di edifici e complessi isolati, giacché è possibile avvalersi, per l'utilizzo di sistemi solari attivi, di spazi liberi o manufatti secondari di pertinenza in cui è più agevole applicare quei criteri di allontanamento e di non coinvolgimento diretto dell'edificato storico che, nel caso di interi nuclei urbani - pur di ridotte dimensioni -, risultano, ancorché auspicabili, di assai più complessa attuazione.
E' fin troppo ovvio, infatti, che rimesse, stalle, fienili e altri consimili manufatti di servizio, e ancora tettoie, pergole e finanche muri di contenimento e recinzioni – sia esistenti che di nuova realizzazione – possano prestarsi ad accogliere tanto pannelli fotovoltaici che solari.
L'approccio alla progettazione, ovviamente, non potrà che essere quello già ben delineato nell'Allegato tecnico al DPCM 12.12.2005 ("Relazione paesaggistica") - al quale pertanto si rimanda per ulteriori approfondimenti e dettagli - fondato cioè su di una attenta e penetrante "lettura" del contesto territoriale di riferimento nei suoi molteplici aspetti - morfologico-naturalistici, estetico-percettivi e simbolici, storico-insediativi - onde assicurare la coerenza dell'intervento progettato con tali caratteri.
Va da sé pertanto che andrà innanzitutto adeguatamente individuata - non solo alla scala minuta dell'immediato intorno del sito di intervento, ma a quella del contesto intermedio e finanche, se necessario, alla scala di area vasta - la conca visiva di possibile percezione dell'intervento, con particolare attenzione ai punti di visuale di maggiore godibilità pubblica e che andranno ben

comprese le ‘regole insediative’ del sito, riconoscendone la ‘profondità storica’ e la permanenza nello stato attuale, quali, ad esempio, la ricorrente collocazione dei fabbricati e degli insediamenti rurali in posizione di crinale o di fondovalle, le loro connessioni con la viabilità storica e recente, i caratteri del parcellato agrario e le colture prevalenti, il disporsi del fabbricato principale e di quelli di servizio secondo uno schema a corte o altra configurazione, i caratteri linguistici delle architetture, i materiali tipici e i cromatismi dominanti, il tipo e la disposizione di recinzioni, siepi, filari arborei, alberi isolati o a gruppi, ecc.

Una volta compresa la “sintassi” che gli elementi appena richiamati nel loro insieme e nelle loro reciproche relazioni concorrono a definire, si potrà far ricorso ad un ventaglio ampio di soluzioni e pervenire a scelte anche molto diversificate, ma in ogni caso “appropriate”: installazioni solari o fotovoltaiche potrebbero così, ad esempio, essere concentrate su annessi agricoli di nuova realizzazione appositamente progettati per accoglierle sia a parete che in copertura, ideati in modo da porsi come intervento sinceramente tecnologico e contemporaneo, ma al contempo pienamente adeguato al contesto grazie ad esempio all’oculata scelta dei materiali e dei cromatismi, al rigore formale e alla leggerezza del disegno, alla coerenza con le regole morfologiche e compositive del complesso rurale preesistente a cui si accostano, al calibrato rapporto volumetrico con quest’ultimo, ecc.

Escludendo soluzioni smaccatamente e incongruamente ‘vernacolari’, restano ovviamente percorribili – nella realizzazione di nuovi manufatti – soluzioni che perseguano più espliciti riferimenti alla tradizione costruttiva locale, purché in un quadro di complessiva sobrietà compositiva e linguistica.

E, nel caso si utilizzino manufatti esistenti, va da sé che essi vadano preferibilmente individuati fra quelli di minor pregio e di realizzazione recente, sempre che non risultino collocati in posizione di particolare visibilità: ed anzi l’intervento potrebbe essere occasione per una loro riqualificazione e riconfigurazione in un’ottica di maggiore coerenza con il contesto e con le architetture storiche ivi presenti.

Resta poi pur sempre la possibilità di individuare aree per l’installazione di impianti fotovoltaici o solari a terra, da intendersi qui nelle dimensioni limitate di esclusivo servizio al singolo insediamento rurale, opportunamente individuate in posizione defilata e appartata e realizzate con interposizione, rispetto ai punti di osservazione, di bordure di vegetazione - alberi e/o siepi, eventualmente accompagnate e sostenute da *trillage* in legno o metallo - disposte in modo tale da non creare ombre portate sulle superfici degli impianti; anche l’impiego della vegetazione non dovrà essere casuale e acriticamente progettato, ma conformarsi sia per scelta delle essenze che del sesto di impianto ai ‘modelli’ propri dei luoghi; appare il caso di evidenziare il fatto che l’allineamento rigidamente geometrico di alberature o arbusti specie se dal portamento snello e verticale – a meno che non trovi appunto riferimento nella configurazione propria dei luoghi (es. tradizionale impiego di filari arborei lungo strade o canali, di siepi o filari lungo i confini dei campi, ecc.) – può finire per sottolineare anziché attenuare l’impatto visivo dell’elemento che si intenda schermare; e come invece la creazione di una bordura più compatta e al tempo stesso variegata possa consentire di ottenere un’immagine più ‘morbida’ e di più agevole assorbimento visivo.

Manufatti pertinenziali e di servizio possono anche prestarsi ad accogliere il c.d. “microeolico”, mentre nell’ambito dell’azienda agricola - e dunque a sufficiente distanza dal nucleo edificato - non è detto che non possa essere posizionata una turbina di maggiore potenza su palo autosostenente (c.d. “minieolico”) studiandone attentamente i rapporti di intervisibilità nel contesto circostante alle varie scale di cui si è detto.

Le più recenti ricerche nel settore offrono inoltre prospettive interessanti quali i recinti solari - utilizzabili anche a mo' di *trillage* o accostati a pareti piene o muri di contenimento - i pannelli calpestabili di cui già si è detto e che anche in ambito rurale possono trovare un impiego – con oculato abbinamento a materiali e tessiture tradizionali – per slarghi e percorsi; e ancora le "pietre fotovoltaiche" di cui pure già si è detto segnalandone la problematicità di applicazione in relazione ai principi del restauro e che, lungi dal poter essere impiegate ad integrazione di facciate storiche autenticamente in pietra, potrebbero però trovare oculato utilizzo in muri di contenimento e di recinzione.

4.5 Analisi economica degli interventi

4.5.1 Introduzione

L'analisi economica è un aspetto molto importante della progettazione degli interventi di riqualificazione energetica, spesso trascurato dai progettisti termotecnici, che deve essere effettuata ricorrendo a parametri oggettivi, qui di seguito definiti.

4.5.2 I parametri di interesse

L'analisi economica di una riqualificazione energetica è uno degli elementi di supporto alla diagnosi energetica, come ben descritto in precedenza, e alla progettazione dell'intervento di riqualificazione.
Tra i criteri essenziali dell'analisi vanno citati:

- il risparmio di energia primaria conseguito con ognuno degli interventi rispetto alla situazione esistente;
- le emissioni di anidride carbonica evitate;
- la redditività economica dell'investimento, a prescindere dai contributi pubblici.

Risparmio di energia primaria, RE: è il risparmio annuo di energia di origine fossile, espresso in [kWh/anno], che la soluzione proposta è in grado di conseguire rispetto al sistema energetico preesistente cui è demandata la produzione delle medesime quantità di energia finale, termica frigorifera ed elettrica, consumate dal parco delle utenze in esame. Sono considerate fonti fossili tutti i combustibili commerciali direttamente o indirettamente derivati da carbone, petrolio e gas naturale. Oltre alle fonti energetiche rinnovabili propriamente dette: sole, vento, energia idraulica, sono considerate tali anche: le biomasse di qualsiasi origine, gli scarti di lavorazione di cui è ammessa la combustione, i recuperi di calore da processi industriali, il calore geotermico.
Ovviamente, non va considerata l'energia prodotta da fonte rinnovabile né nel sistema esistente né in quello in progetto. Per loro stessa definizione, eventuali energie rinnovabili in ingresso ai sistemi energetici che vengono posti a confronto (sistema innovativo e sistema sostituito) non contribuiscono comunque ai consumi di energia primaria di origine fossile.
Emissioni evitate di anidride carbonica, RA: sono date dalla differenza di emissioni ottenibile a seguito della riqualificazione e tiene conto di tutti i miglioramenti ambientali conseguibili; in particolare, ai fini della migliore allocazione delle risorse, potrebbe essere importante favorire soluzioni che:

- presentano un più favorevole rapporto fra risorse economiche impegnate e risultati attesi;
- possono entrare in esercizio in tempi relativamente brevi, in modo da tener conto del valore dei benefici cumulati che il progetto è in grado di produrre entro cinque anni dal momento in

cui viene effettuata l'analisi.

Per tener conto di questi aspetti si utilizza il RAI, definito come rapporto tra le emissioni evitate attualizzate cumulate e gli investimenti attualizzati necessari per la realizzazione del progetto innovativo; è espresso in [kg CO_2/M€]. Come si evince dalla sua definizione, il RAI non tiene conto della valenza puramente economica del progetto, intesa come capacità di fornire reddito dall'investimento.

Anche in questo caso, come per il risparmio energetico, devono essere considerate nulle le emissioni di anidride carbonica relative all'impiego di eventuali quote di energie rinnovabili, siano esse impiegate nel sistema proposto o nel sistema sostituito.

Redditività dell'investimento, VAN e TIR: è un requisito molto importante, in quanto rappresenta la sola garanzia della sopravvivenza dell'impianto per l'intera durata della sua vita tecnica, quindi dell'effettivo conseguimento dei benefici ambientali che il progetto potenzialmente è in grado di conseguire.

La valenza economica delle diverse soluzioni di riqualificazione, caratterizzate da piani di investimento pluriennali, può essere valutata con il VAN, valore attuale netto, e con il TIR, tasso interno di redditività. La relazione per calcolare il VAN è la seguente:

$$VAN = \sum_{t=0}^{N} \frac{CF_t}{(1+r)^t}$$

Se è VAN > 0 il progetto è accettabile, mentre se risulta VAN < 0 il ritorno del progetto è inferiore al tasso r.

Il TIR viene usualmente valutato con il metodo del flusso di cassa FC, assumendo le seguenti ipotesi: tasso di attualizzazione i = 5%; vita utile degli impianti n = 20 anni:

$$\sum_{t=0}^{N} \frac{CF_t}{(1+TIR)^t} = 0$$

4.6 Programma di conduzione e manutenzione degli impianti nell'edilizia storica

4.6.1 Introduzione

Il Codice dei Beni Culturali (d.lgs. 42/2004) per la prima volta inserisce il concetto di manutenzione all'interno della legislazione nazionale sulla tutela del patrimonio architettonico e paesaggistico (art. 29, comma 3). Nell'ambito di un più ampio concetto di "conservazione programmata", si precisa che anche in questo campo il Ministero deve stabilire indirizzi, direttive e obiettivi anche in questo specifico settore.

La manutenzione degli impianti installati deve pertanto essere prevista obbligatoriamente in fase progettuale, deve essere inserita all'interno del piano di manutenzione generale e deve essere in coerenza con le esigenze espresse per la corretta conservazione nel tempo dell'intero edificio.

Anche per le esigenze di manutenzione valgono tutti i criteri esposti al capitolo sugli interventi edilizi; non basta infatti scegliere posizionamenti idonei secondo l'istanza conservativa: occorre anche prevedere la periodica accessibilità degli impianti evitando che questa comporti danni all'esistente. Inoltre, bisogna avere cura di controllare le caratteristiche fisico chimiche e il comportamento dei nuovi materiali nel tempo per evitare il manifestarsi di fenomeni non compatibili con la corretta vita dell'edificio antico.

L'efficienza energetica complessiva di un edificio è funzione anche del livello di manutenzione

operato, con particolare riferimento, come è ovvio, per la gestione e manutenzione degli impianti tecnici. In questa sezione verrà fatto qualche cenno sul concetto di manutenzione degli impianti termici, rimandando l'aspetto relativo agli impianti elettrici ad altra documentazione più specifica.
Qui di seguito sono riportati i principi generali di questo argomento.

4.6.2 Il servizio di manutenzione

Il servizio di manutenzione è costituito da un mix di attività integrate, finalizzate a garantire il mantenimento e l'eventuale miglioramento di beni edilizi, beni urbani, impianti e così via, che occorre predisporre ed erogare al fine di conseguire gli obiettivi di gestione. La caratteristica di un servizio di manutenzione è che oltre agli interventi di manutenzione veri e propri prevede anche altre attività, quali quelle finalizzate alla conoscenza dei beni oggetto dell'appalto (anagrafe), quelle che concernono le modalità di conservazione dei beni, quelle che descrivono il corretto funzionamento dei beni (piano di manutenzione), quelle di misura, analisi e controllo e, appunto, quelle di progettazione e attuazione degli interventi di efficienza energetica.
Le norme cogenti in tema di manutenzione sono:
il DPR 380/2001, che all'art. 3 definisce gli interventi di manutenzione ordinaria come *gli interventi che riguardano le opere di riparazione, rinnovamento e sostituzione delle finiture degli edifici e quelle necessarie ad integrare o mantenere in efficienza gli impianti tecnologici esistenti* e gli interventi di manutenzione straordinaria come *le opere e le modifiche necessarie per rinnovare e sostituire parti anche strutturali degli edifici, nonché per realizzare ed integrare i servizi igienico-sanitari e tecnologici, sempre che non alterino i volumi e le superfici delle singole unità immobiliari e non comportino modifiche delle destinazioni di uso*.
il DPR 207/2010, che all'art. 3 definisce la manutenzione come *la combinazione di tutte le azioni tecniche, specialistiche ed amministrative, incluse le azioni di supervisione, volte a mantenere o a riportare un'opera o un impianto nella condizione di svolgere la funzione prevista dal provvedimento di approvazione del progetto*.
Esistono poi norme che in materia chiariscono il concetto di servizio di manutenzione in sostanziale coerenza con la legislazione vigente. Tra queste, vanno ricordate:
la UNI 11136 , che definisce il Global Service di sola manutenzione come *il sistema integrato di attività di manutenzione immobiliare, per un periodo di tempo definito, (contratto riferito ad una pluralità di servizi sostituitivi delle normali attività di manutenzione) finalizzate a garantire la disponibilità di un immobile o di un patrimonio immobiliare, con piena responsabilità da parte dell'assuntore sui risultati in termini di raggiungimento/mantenimento di livelli prestazionali prestabiliti dal committente*;
la UNI 10992, che definisce la manutenzione immobiliare come il *complesso di attività e servizi finalizzati a garantire l'utilizzo di un bene immobiliare, mantenendone il valore patrimoniale e le prestazioni iniziali entro limiti accettabili per tutta la vita utile e favorendone l'adeguamento tecnico e normativo alle iniziali o nuove prestazioni tecniche scelte dal gestore o richieste dalla legislazione* e il servizio di manutenzione come l'*insieme di funzioni per la manutenzione offerte ad un utilizzatore da una organizzazione*;
la UNI EN 13306, che definisce la manutenzione come la *combinazione di tutte le attività tecniche, amministrative e gestionali, durante il ciclo di vita di una entità, volte a mantenerla o a riportarla in uno stato in cui possa eseguire la funzione richiesta*;
la UNI EN 15331, che definisce i *"Criteri di progettazione, gestione e controllo dei servizi di manutenzione degli immobili"*.

4.6.3 Il piano di manutenzione

Il Piano di manutenzione dell'edificio storico può essere definito come il documento che ha lo scopo di mantenere il bene nella corretta efficienza e funzionalità, nel rispetto delle esigenze conservative dell'edificio.

La norma UNI 10874 specifica i criteri per la stesura dei manuali d'uso, di conduzione tecnica e di manutenzione.

Il piano di manutenzione fa riferimento alla previsione del complesso di attività inerenti la manutenzione di cui si presumono la frequenza, gli indici di costo orientativi e le strategie di attuazione nel medio e nel lungo periodo. In Figura 11 è riportato lo schema dei documenti operativi del Piano di manutenzione. Il programma di manutenzione fa riferimento all'esecuzione delle attività di manutenzione previste dal piano e inserite nel bilancio annuale di spesa.

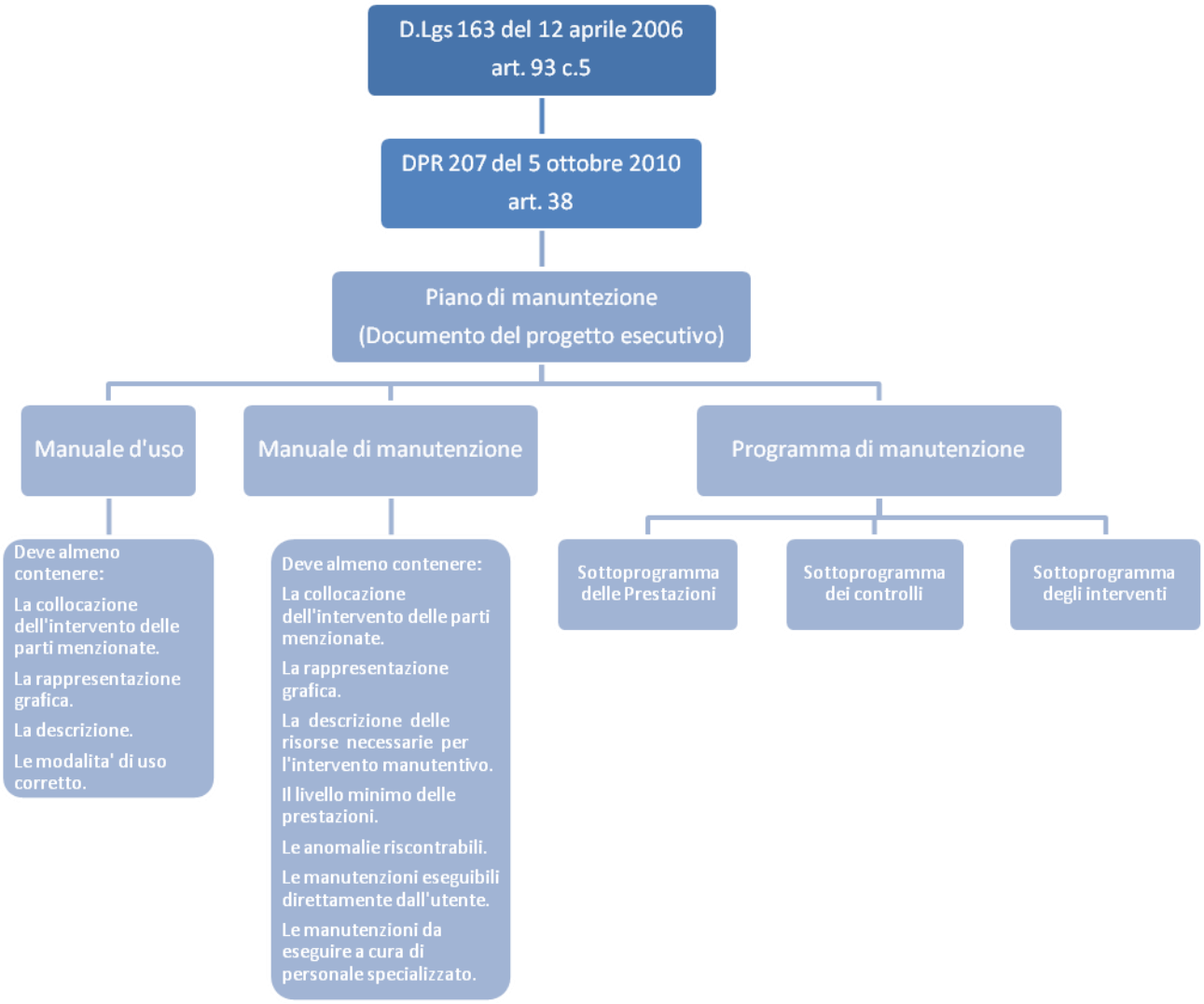

D.Lgs 163 del 12 aprile 2006
art. 93 c.5
DPR 207 del 5 ottobre 2010
art. 38
Piano di manuntezione
(Documento del progetto esecutivo)
Manuale d'uso
Manuale di manutenzione
Programma di manutenzione
Deve almeno contenere:
La collocazione dell'intervento delle parti menzionate.
La rappresentazione grafica.
La descrizione.
Le modalita' di uso corretto.
Deve almeno contenere:
La collocazione dell'intervento delle parti menzionate.
La rappresentazione grafica.
La descrizione delle risorse necessarie per l'intervento manutentivo.
Il livello minimo delle prestazioni.
Le anomalie riscontrabili.
Le manutenzioni eseguibili direttamente dall'utente.
Le manutenzioni da eseguire a cura di personale specializzato.
Sottoprogramma delle Prestazioni
Sottoprogramma dei controlli
Sottoprogramma degli interventi

Fig. 11 - Schema dei documenti operativi del Piano di manutenzione. Da (UNI 10874)

Nel caso di interventi di recupero edilizio, quali i progetti di manutenzione associati ai progetti di costruzione, devono essere disponibili le informazioni necessarie al servizio di manutenzione, progressivamente raccolte in forma sistematica e guidata ed archiviate opportunamente per successivi controlli.
Nel caso di interventi su edifici storici, la stesura del programma di manutenzione deve essere preceduta da un'attenta ricognizione della documentazione di progetto per quanto disponibile, e da un suo confronto con lo stato di fatto dell'immobile.

4.6.4 La manutenzione degli impianti di climatizzazione

I sistemi di condizionamento dell'aria e di ventilazione devono essere progettati, costruiti e installati in modo tale da consentire la pulizia di tutte le superfici interne e di tutti i componenti, in conformità con le disposizioni della norma UNI 12097 e delle Linee Guida per la definizione di protocolli tecnici di manutenzione predittiva degli impianti di climatizzazione del Ministero della Salute (2006) nelle quali, tra l'altro, vengono indicate le figure professionali per il personale operativo, categoria B, e per i responsabili dell'igiene, categoria A. Ciò costituisce premessa indispensabile affinché tali sistemi possano funzionare ed essere manutenuti in modo tale che i requisiti igienici siano permanentemente rispettati. A questo proposito devono essere effettuate ispezioni tecniche e manutentive regolari oltre che frequenti controlli igienici da parte di personale specializzato, all'uopo incaricato. Occorre pertanto prevedere l'istituzione di un Registro per la documentazione degli interventi di manutenzione, ordinari e straordinari, sugli impianti idrici e di climatizzazione.
Il primo controllo deve avvenire contestualmente all'attivazione dell'impianto al fine di accertare che sia stato posto in opera pulito e sanificato da eventuali impurità, quali detriti e polvere di cantiere; questa operazione va quindi sempre prevista negli edifici storici in cui viene per la prima volta installato un impianto HVAC. I successivi controlli devono avere cadenza regolare e, se si rivelasse necessario, gli impianti devono essere puliti da personale qualificato.
I filtri devono essere ispezionati regolarmente e, in caso di contaminazione, devono essere sostituiti anche se non è terminata la loro vita utile. Questo argomento è oggetto di un testo della Collana AiCARR[87] in cui, oltre alle tematiche connesse al funzionamento dei filtri, si affrontano anche le tematiche relative al consumo energetico associato alla filtrazione.
La salvaguardia delle condizioni igieniche, per i sistemi impiantistici che utilizzano l'acqua, deve essere effettuata mediante regolari controlli e procedure di sanificazione, inclusa l'eventuale sterilizzazione dei componenti. La carica totale batterica nell'acqua delle sezioni di umidificazione, misurata con il metodo EN/ISO 6222, non deve superare 1.000 CFU/ml (106 CFU/L) e deve essere controllata periodicamente. Gli aspetti legati al rischio legionella sono ampiamente trattati nella Guida AiCARR, Prevenzione della legionella negli edifici, nei sistemi idronici e nei sistemi HVAC, (2014).
Le ispezioni devono prevedere controlli tecnici e test in accordo con la normativa vigente.

4.7 Recupero e riqualificazione dell'edilizia moderna e contemporanea

4.7.1 Ricerca di soluzioni progettuali e componenti tecnologiche innovative

La ricerca progettuale che voglia mirare alla massima qualità del risultato, sia sotto il profilo dell'elevata prestazione funzionale, sia sotto quello della necessaria compatibilità con le

[87] Tronville P., La filtrazione dell'aria negli impianti di climatizzazione, 2013

preesistenze storiche e paesaggistiche, non può prescindere dall'approccio multidisciplinare nel considerare forme d'integrazione di saperi e competenze.
Negli interventi per la riqualificazione e rifunzionalizzazione del patrimonio edilizio esistente le istituzioni pubbliche sono quindi chiamate a operare per dare o restituire qualità ai sistemi complessi e articolati del vivere quotidiano e con essi, all'ambiente fisico che ci circonda, coniugandole con le prescrizioni collegate agli obiettivi europei di efficientamento energetico.
In quest'ottica, l'azione che è volta a promuovere la conservazione e la riqualificazione del patrimonio architettonico già riconosciuto di valore storico- artistico, deve necessariamente fondersi con quella volta ad assicurare qualità ed efficacia all'intervento di rivalutazione e rigenerazione del patrimonio di epoca più recente, come anche all'attenzione e alla cura della progettazione degli interventi che incidono sulla trasformazione del paesaggio, in un'ottica di complessiva armonizzazione, per dare o restituire qualità dell'ambiente che ci circonda.
Le linee d'intervento sostenibile sul patrimonio esistente devono dunque collegare la qualità dell'intervento conservativo e, nello stesso tempo, assicurare il medesimo livello qualitativo per quegli interventi di nuova progettazione che possano incidere positivamente sul contesto urbanistico e ambientale, sia in termini di emissioni, sia di consumi energetici: in definitiva, di qualità delle soluzioni impiantistiche e tecnologiche, studiate con un approccio progettuale integrato e pluridisciplinare, per dare risposte coerenti alle "Azioni Integrate per lo Sviluppo sostenibile " attraverso azioni in linea con le indicazioni della Commissione Europea.
Nell'agire quotidiano delle diverse istituzioni territoriali ci si trova dunque a promuovere o valutare proposte d'intervento dettate dalle esigenze di efficientamento energetico che riguardano architetture degli spazi urbani o dei loro contesti ambientali, la cui lettura deve avvalersi degli strumenti della cultura contemporanea, utilizzandone tutte le potenzialità e opportunità, in una chiave di pieno rispetto dei valori del patrimonio storico e paesaggistico, per recuperare o promuovere un rapporto equilibrato tra opera e ambiente naturale. Interventi che possono inserirsi degnamente anche in contesti ambientali delicati, senza invaderne il significato complessivo, ma anzi valorizzandoli con un segno contemporaneo, che integri la qualità dell'organizzazione degli spazi.
L'obiettivo specifico è dunque favorire l'attenzione all'uso sostenibile delle risorse energetiche, ambientali, naturali, quale parte integrante del processo di progettazione.
In quest'ottica si muovono le diverse azioni e iniziative promosse dal Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo, a partire dall'impegnativa attività di presidio e tutela che le Soprintendenze conducono nell'operare quotidiano.
Significativo inoltre il percorso di collaborazione e confronto con il Ministero dello sviluppo economico, con il Ministero dell'ambiente e con le Regioni, nel quale ha trovato positiva conclusione il lavoro avviato negli anni scorsi per la definizione e approvazione delle *Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili,* adottate nel 2010[88]; esse s'intendono in questo caso utilizzabili nell'ottica di progetti che coniughino il tema della sostenibilità con le esigenze di conservazione e recupero del patrimonio d'interesse culturale, oltre che per il migliore inserimento delle nuove realizzazioni nel paesaggio. Tra le iniziative su cui si è mosso già negli anni scorsi l'impegno del MiBACT in questa direzione, si è dato spazio alla selezione mirata d'interventi che potessero efficacemente rappresentare esempi di qualità

[88] Cfr. Ministero dello sviluppo economico – decreto 10 settembre 2010 (G.U. n. 219 del 18 settembre 2010,) – *Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili.*

selezionati sulla base di criteri coerenti con le esigenze delle amministrazioni. In tal senso, pur tenendo conto della rapida evoluzione della ricerca tecnologica e impiantistica, appare utile citare il progetto *Sustainab Italy* promosso nell'ambito del progetto di ricerca "*Contemporary ecologies. Energies for Italian Architecture"* curato dal MiBACT. La *rassegna di progetti incentrati sulla sostenibilità che si è tenuta nel 2008 offre uno spaccato di progetti firmati da giovani architetti italiani attenti a coniugare la qualità formale ed estetica con le istanze sociali, il rispetto dell'ambiente, l'innovazione e il recupero del patrimonio edilizio.*[89] L'iniziativa ha visto un successivo sviluppo da parte della PaBAAC nella condivisione con le azioni promosse insieme agli Istituti Italiani di Cultura all'estero.

Parimenti, le azioni del MiBACT si sono orientate alla diffusione di una maggiore sensibilità progettuale, tecnica e produttiva - tra i progettisti, i produttori e le aziende - in stretto collegamento con le politiche d'incentivazione delle tecnologie da fonti rinnovabili

Su questi temi la Direzione PaBAAC ha costruito nel 2010 un percorso di collaborazione attraverso la stipula di un protocollo d'intesa con il GSE[90] finalizzato allo sviluppo della progettazione architettonica di qualità con l'utilizzazione delle tecnologie solari e dell'energia fotovoltaica, che ha portato all'organizzazione di un premio (assegnato nel novembre 2010) per le migliori realizzazioni finanziate con il secondo Conto Energia.

Un percorso finalizzato anche alla promozione di soluzioni innovative per l'impiego di fonti rinnovabili – a partire dall' utilizzo del sistema fotovoltaico - indirizzato a premiare la ricerca di componenti tecnologiche e soluzioni progettuali non invasive del paesaggio e compatibili con il rispetto del patrimonio culturale.[91]

Occasioni di riflessione sull'uso consapevole delle risorse energetiche nella progettazione d'interventi e di sistemazioni architettonico - ambientali nascono anche dall'esperienza condotta dal MiBACT per la partecipazione al *Premio del Paesaggio del Consiglio d'Europa* .[92]

Allo stesso modo può citarsi l'esperienza del progetto *Qualità Italia – Concorsi per la qualità dell'architettura*, inquadrato nell'ambito del programma *Sensi Contemporanei* promosso dal MiBACT e dal MISE in collaborazione con le Regioni del Sud Italia, che ha visto la realizzazione di concorsi per l'architettura da parte di Comuni e Province del Sud d'Italia per interventi di opere pubbliche. Anche questa esperienza ha offerto occasione per una costante valutazione anche di come possano utilmente applicarsi i principi di qualità delle realizzazioni e di sostenibilità delle

---

[89] Cfr. *Contemporary ecologies. Energies for Italian Architecture* ricerca curata dal MiBAC (avvio selezione da parte ex DG DARC, poi PARC). Il programma *Sustainab Italy* ha visto più tappe (Brasilia 2006, Londra 2008). Il progetto è stato poi portato nel 2009 e 2010 a Singapore e Vilnius in collaborazione con il MAE, attraverso gli Istituti Italiani di cultura.

[90] Il ***Gestore dei Servizi Energetici - GSE S.p.a*** ha tra i propri compiti la promozione, l'incentivazione e lo sviluppo delle fonti rinnovabili in Italia. Azionista unico del GSE è il Ministero dell'Economia e delle Finanze che esercita i diritti dell'azionista con il Ministero dello Sviluppo Economico (cfr. anche sistema informativo geografico chiamato Atlasole sulla situazione italiana su impianti fotovoltaici).

[91] Protocollo d'intesa stipulato dalla DG PaBAAC nel 2010 con il GSE che ha portato all'organizzazione del Premio GSE/MiBAC per la qualità nell'impiego del sistema fotovoltaico in architettura. (cfr. giornata di studi organizzata dal Sevizio V DG PaBAAC con GSE presso il MaXXI. Roma, maggio 2010).

[92] La *Convenzione Europea del Paesaggio*, di cui l'Italia è stata nel 2000 tra i principali promotori e di cui nell'ottobre 2010 si è svolta a Firenze la celebrazione del decennale - è e resta un punto di riferimento imprescindibile per le politiche e le scelte di attuazione di programmi e progetti. La Convenzione all'art 11 prevede, a cadenza biennale, lo svolgimento del Premio del Paesaggio del Consiglio d'Europa quale occasione per monitorare l'applicazione delle politiche che s'ispirano ai suoi principi.

stesse, attraverso l'integrazione delle competenze delle diverse amministrazioni pubbliche, nel rispondere a bisogni collettivi di dotazioni di servizi anche di natura e tipologia molto diverse, ma selezionati con criteri di qualità.[93]

Parimenti, in ambito regionale e presso gli enti locali, possono citarsi le numerose esperienze positive scaturite dall'applicazione del protocollo ITACA[94], che ha visto l'emanazione di bandi a carattere premiale volti al perseguimento di sistemi innovativi di gestione delle risorse energetiche nell'edilizia pubblica e privata.

L'analisi delle azioni positive già in atto contribuisce a delineare gli orientamenti e i concreti comportamenti positivi di molte realtà territoriali, per farne patrimonio comune e nuova occasione di sollecitazione per le realtà meno avanzate.

Occasioni in cui piani e progetti mirati all'uso responsabile del territorio, sono letti anche in chiave di sviluppo economico, per sollecitare l'azione comune verso la complessiva attenzione alla qualità degli interventi, per mantenere/migliorare la qualità della vita delle comunità territoriali.

In definitiva, si riepilogano alcuni aspetti che in fase di progettazione di nuovi interventi o d'inserimenti impiantistici in contesti preesistenti di epoca anche recente, si ritiene debbano essere sviluppati prioritariamente:

- favorire, promuovere e diffondere in modo sistematico le esperienze di qualità del progetto volto a migliorare l'efficienza energetica in un'ottica di sostenibilità, con l'obiettivo generale di migliorare le nuove realizzazioni sul territorio e la qualità della vita di chi lo abita.
- favorire, promuovere e tenere vivo a tutti i livelli anche operativi, il confronto costante con gli sviluppi della ricerca tecnologica, della sperimentazione e la collaborazione tra i diversi soggetti istituzionali, assicurando un'opportuna cooperazione con le associazioni professionali e imprenditoriali che operano in un'ottica di sostenibilità
- favorire e sostenere la formazione specialistica e il conseguente apporto innovativo delle giovani generazioni di operatori pubblici, ricercatori, professionisti, che appare essenziale per diffondere l'attenzione alla componente tecnologica che deve fondersi con una crescente sensibilità sulle tematiche della salvaguardia dell'ambiente storico, culturale e naturale.

Lo sviluppo sostenibile, è un processo di cambiamento che richiede scelte precise e che deve fondarsi sull'impegno di tutti ai diversi livelli di partecipazione, per preservare e coniugare l'uso delle risorse primarie con quelle di conservazione e riqualificazione del patrimonio culturale.

Si ha in definitiva la consapevolezza che è necessario promuovere cambiamenti negli atteggiamenti e nei comportamenti individuali e collettivi, per l'uso consapevole delle risorse naturali e culturali e per operare con la massima attenzione alla qualità delle trasformazioni contemporanee.

---

[93] Il progetto QI attua un Accordo di programma multi regionale per l'attuazione di 13 interventi programmati e finanziati dagli Enti territoriali prevalentemente a valere su risorse comunitarie 2007-2013, per i quali la DG PaBAAC e il DPS hanno fornito assistenza e supporto specialistico allo svolgimento di concorsi di architettura . Gli interventi sono ora in fase di realizzazione da parte degli enti territoriali (cfr. anche sito www.sensicontemporanei.qualitaitalia.it).

[94] ITACA - Istituto per l'innovazione e la trasparenza degli appalti e la compatibilità ambientale cfr. www.itaca.org

5 – SCHEDE ILLUSTRATIVE

1. Fotovoltaico. Inserimento di pannelli fotovoltaici in copertura di edifici storici. Il tetto dell'Università di Osnabrück

Localizzazione: Osnabrück, Germania,
Edificio: Università di Osnabrück – sec. XIX - XX
Rifacimento del tetto con sistemi fotovoltaici
Tecnologia: Thyssen Krupp Solartech (Fonte: http://www.pvdatabase.org/pdf_prod/Solartec-prospect_English.pdf)
Anno di realizzazione: 2008
Potenza: 2,53 kWp.

2. Fotovoltaico. Inserimento di pannelli fotovoltaici in copertura di edifici storici. Bonifica del tetto di una Grangia storica nella regione di Auvergne, Francia

Localizzazione: Cézallier, Puy de Dôme – Alvernia (Auvergne) – Francia/
Edificio, progetto: Grangia storica, conversione di tetto e bonifica amianto
Tecnologia: Imerys (Tegole fotovoltaiche FAG 10) (Fonte: http://sycomoreen.free.fr/syco_deutsch/solaire_thermoelec_grangePV_deu.html)
Anno di realizzazione: 2008
Potenza: 16 kWp (144 m2 di pannelli)

3. Fotovoltaico. Inserimento di pannelli fotovoltaici sui prospetti di edifici storici.
Pannello di segnalazione: Museo civico archeologico Ubaldo Formentini

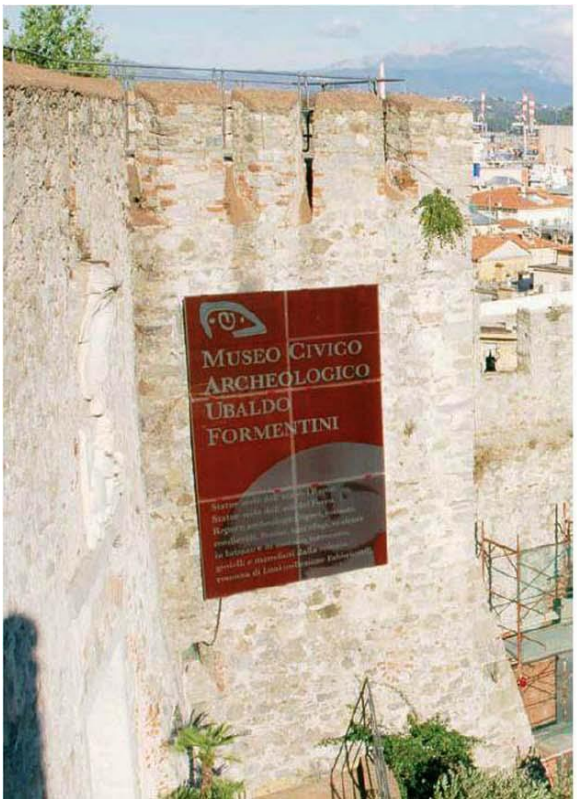
Localizzazione: La Spezia, Italia

Edificio/ progetto: Museo civico archeologico Ubaldo Formentini

Tecnologia: Dispositivi fotovoltaici a rivestimento semitrasparente perforato (fonte: pvaccept.de),

Anno di realizzazione: 2004

Potenza: -



4. Fotovoltaico. Inserimento di vetrate fotovoltaiche in edifici storici.
Le vetrate della *Compagnie parisienne de distribution d'électricité*

Localizzazione: Parigi – Francia
Edificio: Ex sede della *Compagnie parisienne de distribution d'électricité* – XIX sec. Conversione in centro multifunzionale sociale, culturale e sportivo
Tecnologia: Architetti F. Chochon – L. Pierre (fonte:…),
Anno di realizzazione: 2009 – 2014 (in corso)
Potenza: --

5. Fotovoltaico. Inserimento accanto ad edifici storici.
Nuovo edificio a Parigi, prospetti fotovoltaici.

Localizzazione: Quaei de Valmy, Paris 10 – Francia
Edificio/ progetto: Abitazioni e uffici
Tecnologia: Sunways (Fonte: http://www.sunways.eu/it/), Emmanuel Saadi architect
Anno di realizzazione: 2011
Potenza/ Dati tecnici: - .
130 moduli solari in vetro realizzati su misura - superficie 170 m2. Predisposti circa 70 diversi sotto-formati.

6. Fotovoltaico. Inserimento accanto ad edifici storici.
Ampliamento dell'Istituto di patologia di Erlangen - superfici vetrate fotovoltaiche

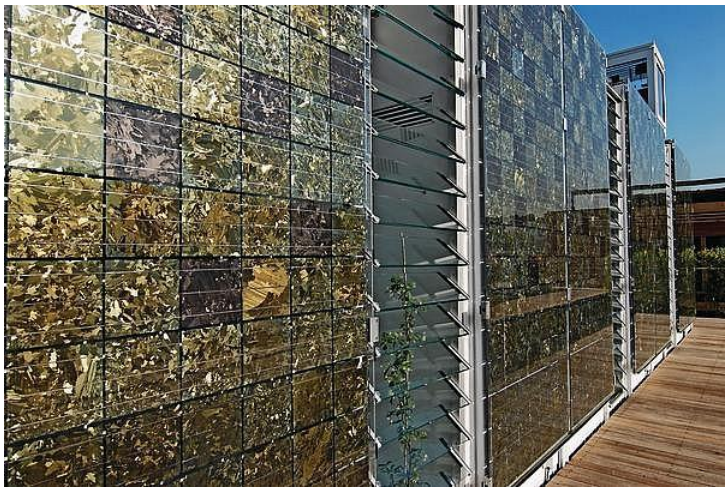
Localizzazione: Erlangen – Germania
Edificio/ Progetto: Ampliamento dell'Istituto di Patologia
Tecnologia: Voltarlux/ Arnoldglass - Vetro speciale con incorporate cellule fotovoltaiche (fonte: http://www.voltarlux.de/index.php?article_id=18&clang=0),
Anno di realizzazione: --
Potenza: - . (superficie di pannelli 23 x7 = 161 m2)

7. Fotovoltaico. Inserimento accanto ad edifici storici.
Il cupolone nel giardino del castello Montabaur

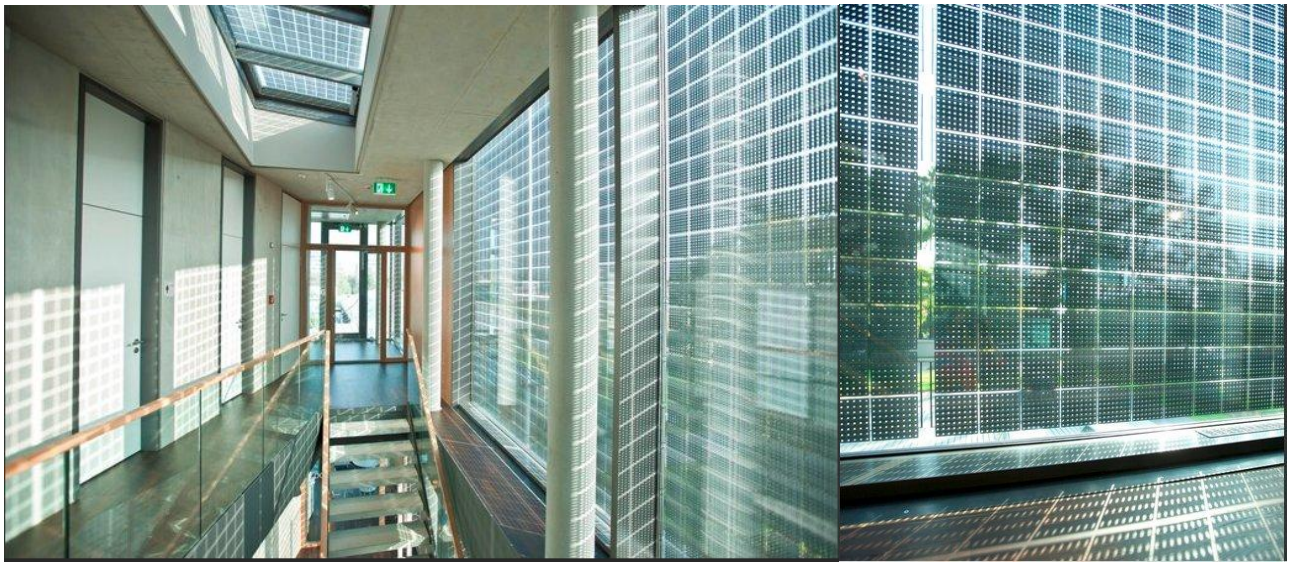
Localizzazione: Montabaur, Koeln – Germania
Edificio/ progetto: Castello / Schloss Montabaur. Conversione ad albergo con terme e area conferenze. Cupolone fotovoltaico sopra l'area interrata.
Tecnologia: Voltarlux/ Arnoldglass - Vetro speciale con incorporate cellule fotovoltaiche **(f**onte: http://www.voltarlux.de/index.php?article_id=18&clang=0),
Anno di realizzazione: 2011
Potenza: -

8. Fotovoltaico – tipologie di superficie vetrate/ 1

Localizzazione: Stuttgart – Germania,
Edificio/ progetto: Hochschule fuer Technik
Tecnologia: -
Anno di realizzazione: -
Potenza: -



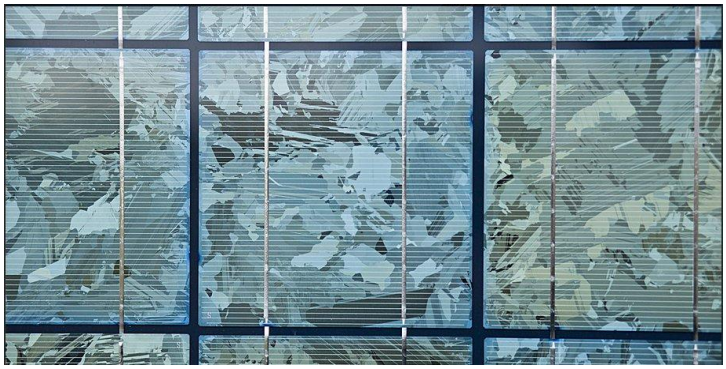
Localizzazione: Konstanz – Germania
Edificio/ progetto: Energiewurfel (Dado energetico)
Tecnologia: Sunways/ 638 celle solari semitrasparenti. Oltre a produrre energia fungono anche da elementi oscuranti: gli incavi quadrati delle celle solari lasciano filtrare negli ambienti interni il 10% della luce solare incidente. Combinati agli spazi tra le celle, permettono di ottenere una facciata con una trasparenza del 22%.
Anno di realizzazione: 2010
Potenza: Max. 23,2 kW



9. Fotovoltaico – tipologie di superficie vetrate/ 2

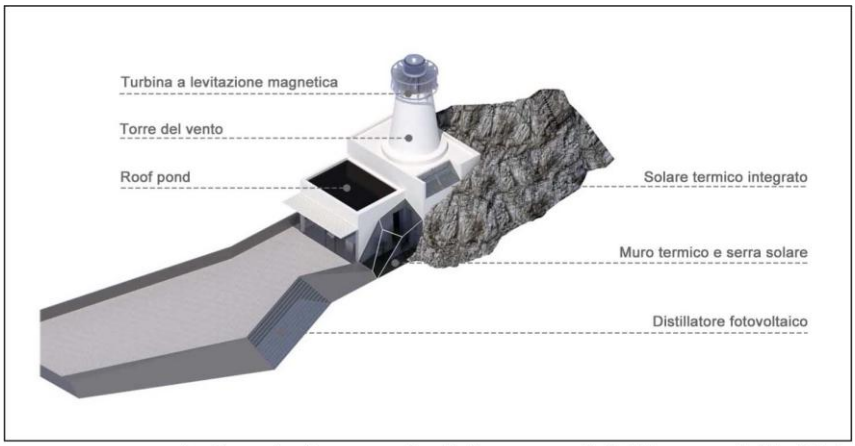
Localizzazione: Muenchen/ Hannover – Germania
Edificio/ progetto: Padiglione energia zero - progetto sperimentale itinerante
Tecnologia: Sunways
Anno di realizzazione: 2010 - 2011
Potenza: -

Localizzazione: Francoforte – Germania
Edificio/ progetto: Westendgate – facciata fotovoltaica
Tecnologia: Sunways
Anno di realizzazione: 2010
Potenza: -

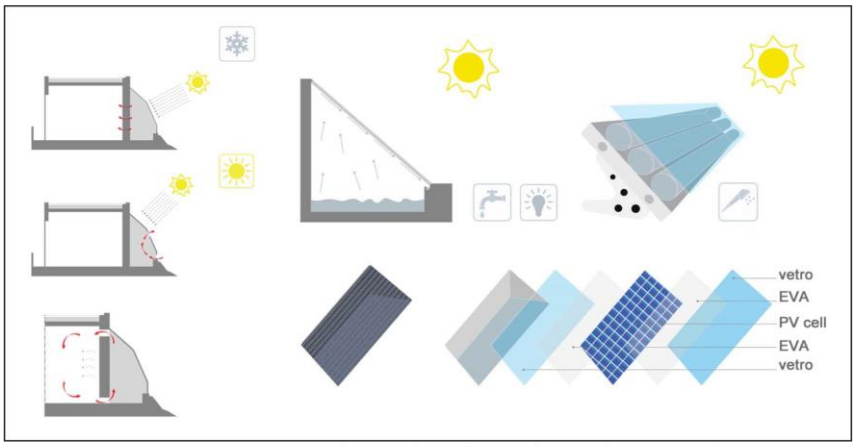


10. Fotovoltaico. Concorso di idee "Energie rinnovabili per le isole minori e le aree marine protette" - 2013. Progetto per il faro di Strombolicchio

Localizzazione: Strombolicchio di Stromboli, Isole Eolie, Sicilia
Edificio/ progetto: Faro di Strombolicchio - recupero energetico. Progettisti: LB7studio, Lipari (Me). Tra altri elementi si propone anche inserimento di solare termico e fotovoltaico.
Anno di realizzazione: non realizzato/ idea di progetto
Fonte delle immagini: http://presstletter.com/2014/04/young-italian-architects-2014-lb7-studio/
Nota: Attualmente la sorgente luminosa del faro, gestito dalla Marina Militare, è comunque alimentata da pannelli fotovoltaici.



Le tecnologie ecosostenibili coprono il fabbisogno dell'edificio



Muro termico e serra solare - dissalatore fotovoltaico - solare termico

BIBLIOGRAFIA GENERALE

Adhikari R. et Al., *La valutazione delle prestazioni energetiche negli edifici storici: sperimentazioni in corso*, in: <<Il Progetto Sostenibile>>, n.28, giugno 2011, pp. 20-27.

Anit, *Correlazione dei Requisiti di risparmio energetico e acustica*, settembre 2008 – www.anit.it.

Anit, *Sintesi del 30.06.2009 – DPR 59/09 – Attuazione del DLgs 192/05* – www.anit.it.

Anit, *Sintesi del 15.09.2009 – Linee Guida nazionali per la certificazione energetica* – www.anit.it.

Barbati C., Cammelli M., Sciullo G. (a cura di), *Il diritto dei beni culturali*, Il Mulino, Manuali, 2006.

Barbati C., Cammelli M., Sciullo G. (a cura di), *Diritto e gestione dei beni culturali***,** Il Mulino, Manuali, 2011.

Brandi C., *Il restauro. Teoria e pratica 1939-1986***,** Basile G. (Postfazione), Cordaro M. (a cura di), Editori Riuniti, 2005.

Battisti A., *Strategie per il retrofitting degli edifici storici. La riprogettazione dei sistemi impiantistico tecnologici, volti al conseguimento del benessere fisico e ambientale, al contenimento dei consumi energetici e all'integrazione delle energie rinnovabili*, in "Antincendio" n.2, 2011, pp. 106-110.

Bottero M., Mondini G. (a cura di), *Valutazione e sostenibilità. Piani, programmi, progetti*, Celid, Torino, giugno 2009.

Cammelli M. (a cura di), Barbati C., Sciullo G. (coordinamento), *Il Codice dei beni culturali e del paesaggio, Commento al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42*, Il Mulino, 2004.

Cappello F., Di Perna C., *Legge 10 e certificazione energetica degli edifici*, Edilizia, Quaderni per la progettazione, EPC Libri, Roma, ottobre 2009.

Carbonara G., *Avvicinamento al restauro. Teoria, storia, monumenti*, Liguori, 1997.

Carbonara G., *Architettura d'oggi e restauro. Un confronto antico-nuovo*, UTET, 2011.

Carletti D., Bucci E. (a cura di), *Dal Testo unico al Codice dei beni culturali e del paesaggio***,** Ministero per i beni e le attività culturali – Ufficio Studi, Ufficio legislativo – Dossier/4, 2004.

Cerroni F., *Progettare il costruito: tecnologie per la riqualificazione sostenibile dei siti ad elevata qualità storica e ambientale*, Roma, Gangemi, 2010.

Commissione Europea, *Un ambiente di qualità, il contributo dell'UE*, Direzione Generale della Comunicazione, Unità pubblicazioni, 2006.

Ceccherini Nelli L., *Schermature fotovoltaiche*, Firenze, 2007.

Dall'Ò G. (a cura di), Gamberane M., Silvestrini G., *Manuale della Certificazione energetica degli edifici*, Edizioni Ambiente srl, Milano, 2008.

Davoli P., *Il restauro energetico-ambientale degli edifici storici. Un percorso progettuale fra antichi saperi, costruzioni tutelate e tecnologie innovative* - parte prima, in <<Recupero e conservazione>>, n. 90, 2010, pp. 54-65.

Davoli P., *Il restauro energetico-ambientale degli edifici storici. Un percorso progettuale fra antichi saperi, costruzioni tutelate e tecnologie innovative* - parte seconda, in <<Recupero e conservazione>>, n. 91, 2010, pp. 40-51.

Della Torre S., Minati G., *Conservazione e manutenzione del costruito*, in <<Il Progetto Sostenibile>>, n.2, 2004, pp. 12-17.

Del Corno B., Mottura G., *L' integrazione architettonica dei pannelli solari e fotovoltaici*, Santarcangelo di Romagna, 2013.

De Nisco B., *Le scelte fotovoltaiche per l'edilizia abitativa: alla luce del IV Conto energia*, Santarcangelo di Romagna 2011.
Di Pasquale S., *L'arte del costruire. Tra conoscenza e scienza***,** 3ª Ed., Marsilio, 2003.
Docci M., Maestri D., *Il rilevamento architettonico - Storia metodi e disegno*, Laterza, 1984.
Docci M., Maestri D., *Storia del rilevamento architettonico e urbano*, Laterza, 1993.
Docci M., Maestri D., *Manuale di rilevamento architettonico e urbano*, Laterza, 2012.
Fabbri K. et Al., *Il miglioramento dell'efficienza energetica dell'edilizia preindustriale di base: approccio conoscitivo e strumenti innovativi per il governo delle trasformazioni*, in Atti del convegno: *Scienza e Beni Culturali, Governare l'innovazione. Processi, strutture, materiali e tecnologie tra passato e futuro*, Bressanone, 21-24 giugno 2011, pp. 663-672.
Fabbri K., *Impianti e Conservazione: gli interventi sulla componente impiantistica negli edifici tutelati dal T.U. 490/99*, in <<Paesaggio Urbano>>, n.5, 2003, pp. 30-33.
Feiffer C., *Compatibilità tra conservazione e sostenibilità*, in <<Recupero e Conservazione>>, n.87, 2009, pp. 28-30.
Ferretti A., *Manuale di Diritto dei Beni Culturali e del Paesaggio***,** 6ª Ed., Simone, 2013.
Fiorani D. (a cura di), *Restauro e tecnologie in architettura***,** Carocci, 2009.
Formez, *Energia e Clima, Beni Comuni*, Edizioni Guerini e Associati Spa, 2008 – Milano.
Fusco Girard L., Nijkamp P., *Le valutazioni per lo sviluppo sostenibile della città e del territorio*, Franco Angeli, Milano, 1997.
Fusco Girard L., Nijkamp P., *Energia, bellezza, partecipazione: la sfida della sostenibilità*, Franco Angeli, Milano, 2004.
Hermannsdörfer I., Rüb C., *Solar Design. Photovoltaik für Altbau, Stadtraum, Landschaft/ Photovoltaics for Old Buildings, Urban Space, Landscapes*, Berlin, 2005.
Itaca, *Protocollo Itaca 2009, Valutazione energetico - ambientale*, Linee guida, 2009, www.itaca.it .
Ippoliti E. *Rilevare*, Roma, Kappa, 2000, pp. 71-92.
Lodovisi A., Torresani S., *Storia della cartografia*, Patron, 1996.
Lorenzo R., *La città sostenibile*, Elèuthera editrice, Milano, 1998.
Marconi P., *Il restauro e l'architetto. Teoria e pratica in due secoli di dibattito***,** 2ª Ed., Marsilio, 2002.
Marino L., *Il rilievo per il restauro. Ricognizioni – Misurazioni – Accertamenti –Restituzioni - Elaborazioni*, Hoepli, 1990.
Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio, *strategia d'azione ambientale per lo sviluppo sostenibile in Italia, 2001*, disponibile in rete al sito: www.miniambiente.it.
Metadistretto Veneto della Bioedilizia – Metadistretto Veneto dei Beni Culturali, *Linee guida A.T.T.E.S.S., Edilizia storica e Sostenibilità ambientale. La qualità delle prestazioni energeticoambientali nella manutenzione dell'architettura storica*, inserite il 17 maggio 2011 in: http://www.veneto.beniculturali.it/eventi-culturali/attess-pubblicazione-delle-linee-guidaedilizia-storica-e-sostenibilit%C3%A0-ambientale.
Ministero per i Beni Culturali e Ambientali - Soprintendenza Generale agli Interventi post-sismici in Campania e Basilicata – Università degli Studi "La Sapienza" di Roma – Dipartimento di rappresentazione e rilievo, *Capitolato speciale di appalto per il rilevamento architettonico a fini di restauro*, Kappa, 1994.
Monti G., Crova C. (a cura di)**,** *Tutela e conservazione del patrimonio culturale. Lo strumento del vincolo***,** Il Prato, 2008.

Morrica L., *Conservazione integrata del patrimonio architettonico urbano ed ambientale*, Napoli, CLEAN, 2009.
Pagliaro M., Palmisano G., Ciriminna R., *BIPV: il fotovoltaico integrato nell'edilizia: come l'energia solare cambia il futuro delle costruzioni*, Palermo, 2009.
Perago A., *Progettare tetti e coperture: dalla tegola al fotovoltaico. Tipologie e realizzazioni, materiali e tecniche, qualità edilizia ed efficienza energetica, restauro, manutenzione, bonifica*, Santarcangelo di Romagna, 2006.
Pickles D. et Al., *Energy efficiency and historic buildings*, London, English Heritage, 2010.
Rocchi G., *Istituzioni di restauro dei beni architettonici e ambientali*, 2ª Ed. Hoepli, 1990.
Sandulli A.M. (a cura di), *Codice dei beni culturali e del paesaggio*, 2ª Ed., Giuffré, 2012.
Tamiozzo R. (coordinamento), Carletti D., Carpentieri P., Famiglietti G., Pastura M.G., Sandroni D., Ungari P., Veccia G. (contributi di), *Il Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio – Decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42*, Giuffrè, 2005.
Volpe G., *Manuale di diritto dei beni culturali*, 3ª Ed., Cedam, 2013.
Zaretsky M., *Precedents in Zero-Energy Design: architecture and passive design in the 2007 solar decathlon*, New York - London, 2010.

Riviste e periodici:

APPI informa, *Certificazione energetica degli edifici*, Associazione provinciale proprietari immobiliari, confcommercio - Vicenza, ottobre 2009.
CasaClima.KlimaHaus, rivista ufficiale dell'Agenzia CasaClima n. 3 settembre 2008, Consulente esperto CasaClima, p. 44-45.
Casa & Clima, rivista sull'efficienza energetica e il confort abitativo n. 18 anno IV – marzo 2009, *Certificazione energetica*, Quine srl editore, p. 23-27.
Casa & Clima, rivista sull'efficienza energetica e il confort abitativo n. 20 anno IV – settembre 2009, *Finalmente le linee guida*, Quine srl editore, p. 25-27.
ENEA, Energia, Ambiente e Innovazione, bimestrale dell'Enea, anno 52, settembre-ottobre 2006.
Il progetto sostenibile, anno 7 – n. 22 giugno 2009, Dossier giugno 2009, *Il sistema di valutazione energetico ambientale Leed in Italia*, Edicom Edizioni.

Siti internet:

www.agenziacasaclima.it
www.agenda21.it
www.ambienteitalia.it
www.ancitei.it
www.anit.it
www.bioarchitettura.it
www.bioarchitettura.org
www.cittasostenibili.minori.it
www.cnr.it
www.edilportale.com
www.enea.it
www.federcasa.it
www.greenbuilding.ca

www.inu.it
www.itaca.org
www.miniambiente.it
www.sicet.it
www.sustainable-cities.org
www.unesco.org
www.unhabitat.org
www.usgbc.org
www.valutazione.it
www.vienergia.it
www.gse.it Atlasole
GSE (Gestore Servizi Energetici), Rapporto statistico 2011 – Solare fotovoltaico, http://corrente.gse.it/GSE%20Documenti/Solare%20Fotovoltaico%20Rapporto%20Statistico%202011.pdf
GSE (Gestore Servizi Energetici), Rapporto statistico 2012 – Solare fotovoltaico, http://www.gse.it/it/Dati%20e%20Bilanci/GSE_Documenti/osservatorio%20statistico/Il%20Solare%20fotovoltaico%202012%20-%20web%20def.pdf
http://www.sunways.eu/it/prodotti/soluzioni-di-design/
http://www.pvdatabase.org/

Glossario

Attestato di prestazione energetica dell'edificio: documento, redatto nel rispetto delle norme contenute nel d.lgs. 192/2005 e s.m.i. e rilasciato da esperti qualificati e indipendenti che attesta la prestazione energetica di un edificio attraverso l'utilizzo di specifici descrittori e fornisce raccomandazioni per il miglioramento dell'efficienza energetica.

Attestato di qualificazione energetica: il documento predisposto ed asseverato da un professionista abilitato, non necessariamente estraneo alla proprietà, alla progettazione o alla realizzazione dell'edificio, nel quale sono riportati i fabbisogni di energia primaria di calcolo, la classe di appartenenza dell'edificio, o dell'unità immobiliare, in relazione al sistema di certificazione energetica in vigore, ed i corrispondenti valori massimi ammissibili fissati dalla normativa in vigore per il caso specifico o, ove non siano fissati tali limiti, per un identico edificio di nuova costruzione.

Autorità competente: l'autorità responsabile dei controlli, degli accertamenti e delle ispezioni o la diversa autorità indicata dalla legge regionale, come indicato all'art. 283, comma 1, lettera *i*) del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

Biomassa: frazione biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui di origine biologica provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali), dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, comprese la pesca e l'acquacoltura, gli sfalci e le potature provenienti dal verde pubblico e privato, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani.

Certificazione energetica dell'edificio: il complesso delle operazioni svolte dai soggetti di cui all'articolo 4, comma 1-*bis* per il rilascio dell'attestato di prestazione energetica e delle raccomandazioni per il miglioramento della prestazione energetica dell'edificio.

Climatizzazione invernale: fornitura di energia termica utile agli ambienti dell'edificio per mantenere condizioni prefissate di temperatura ed eventualmente, entro limiti prefissati, di umidità relativa.

Climatizzazione estiva: compensazione degli apporti di energia termica sensibile e latente per mantenere all'interno degli ambienti condizioni di temperatura a bulbo secco e umidità relativa idonee ad assicurare condizioni di benessere per gli occupanti.

Cogenerazione: produzione simultanea, nell'ambito di un unico processo, di energia termica e di energia elettrica e/o meccanica rispondente ai requisiti di cui al decreto del Ministro dello sviluppo economico 4 agosto 2011, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 218 del 19 settembre 2011.

Combustione: processo mediante il quale l'energia chimica contenuta in sostanze combustibili viene convertita in energia termica utile in generatori di calore (combustione a fiamma) o in energia meccanica in motori endotermici.

Confine del sistema o **Confine energetico dell'edificio**: confine che include tutte le aree di pertinenza dell'edificio, sia all'interno che all'esterno dello stesso, dove l'energia è consumata o prodotta.

Conduttore di impianto termico: operatore, dotato di idoneo patentino nei casi prescritti dalla legislazione vigente, che esegue le operazioni di conduzione di un impianto termico.

Conduzione di impianto termico: insieme delle operazioni necessarie per il normale funzionamento dell'impianto termico, che non richiedono l'uso di utensili né di strumentazione al di fuori di quella installata sull'impianto.

Contratto servizio energia: un contratto che nell'osservanza dei requisiti e delle prestazioni di cui al paragrafo 4 del *d.lgs. 30 maggio 2008, n. 115*, disciplina l'erogazione dei beni e servizi necessari alla gestione ottimale e al miglioramento del processo di trasformazione e di utilizzo dell'energia.

Controllo: verifica del grado di funzionalità ed efficienza di un apparecchio o di un impianto termico eseguita da operatore abilitato ad operare sul mercato, sia al fine dell'attuazione di eventuali operazioni di manutenzione e/o riparazione sia per valutare i risultati conseguiti con dette operazioni.

Diagnosi energetica: elaborato tecnico che individua e quantifica le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo dei costi-benefici dell'intervento, individua gli interventi per la riduzione della spesa energetica e i relativi tempi di ritorno degli investimenti nonché i possibili miglioramenti di classe dell'edificio nel sistema di certificazione energetica e la motivazione delle scelte impiantistiche che si vanno a realizzare. La diagnosi deve riguardare sia l'edificio che l'impianto.

Edificio adibito ad uso pubblico: edificio nel quale si svolge, in tutto o in parte, l'attività istituzionale di enti pubblici.

Edificio di proprietà pubblica: edificio di proprietà dello Stato, delle regioni o degli enti locali, nonché di altri enti pubblici, anche economici ed occupati dai predetti soggetti.

Edificio: è un sistema costituito dalle strutture edilizie esterne che delimitano uno spazio di volume definito, dalle strutture interne che ripartiscono detto volume e da tutti gli impianti e dispositivi tecnologici che si trovano stabilmente al suo interno. La superficie esterna che delimita un edificio può confinare con tutti o alcuni di questi elementi: l'ambiente esterno, il terreno, altri edifici. il termine può riferirsi a un intero edificio ovvero a parti di edificio progettate o ristrutturate per essere utilizzate come unità immobiliari a sé stanti. (definizione ai sensi del d.lgs. 192/2005)

Edificio di nuova costruzione: edificio per il quale la richiesta di permesso di costruire o denuncia di inizio attività, comunque denominato, sia stata presentata successivamente alla data di entrata in vigore di una specifica disposizione di norma.

Edificio a energia quasi zero: edificio ad altissima prestazione energetica, calcolata conformemente alle disposizioni del d.lgs. 192/2005 e s.m.i., che rispetta i requisiti definiti dalle disposizioni vigenti. Il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo è coperto in misura significativa da energia da fonti rinnovabili, prodotta in situ.

Edificio di riferimento o **Target** per un edificio sottoposto a verifica progettuale, diagnosi, o altra valutazione energetica: edificio identico in termini di geometria (sagoma, volumi, superficie calpestabile, superfici degli elementi costruttivi e dei componenti), orientamento, ubicazione territoriale, destinazione d'uso e situazione al contorno, e avente caratteristiche termiche e parametri energetici predeterminati.

Elemento edilizio: sistema tecnico per l'edilizia o componente dell'involucro di un edificio.

Energia consegnata o fornita: energia espressa per vettore energetico finale, fornita al confine dell'edificio agli impianti tecnici per produrre energia termica o elettrica per i servizi energetici dell'edificio.

Energia da fonti rinnovabili: energia proveniente da fonti rinnovabili non fossili, vale a dire energia eolica, solare, aerotermica, geotermica, idrotermica e oceanica, idraulica, biomassa, gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas.

Energia esportata: quantità di energia, relativa a un dato vettore energetico, generata all'interno del confine del sistema e ceduta per l'utilizzo all'esterno dello stesso confine.

Energia primaria: energia, da fonti rinnovabili e non, che non ha subito alcun processo di conversione o trasformazione.

Energia prodotta in situ: energia prodotta o captata o prelevata all'interno del confine del sistema.

Energia da fonti rinnovabili: energia proveniente da fonti rinnovabili non fossili, vale a dire energia eolica, solare, aerotermica, geotermica, idrotermica e oceanica, idraulica, biomassa, gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas.

Energia aerotermica: energia accumulata nell'aria ambiente sotto forma di calore.

Energia geotermica: energia immagazzinata sotto forma di calore nella crosta terrestre.

Energia idrotermica: energia immagazzinata nelle acque superficiali sotto forma di calore.

Esercizio: attività che dispone e coordina, nel rispetto delle prescrizioni relative alla sicurezza, al contenimento dei consumi energetici e alla salvaguardia dell'ambiente, le attività relative all'impianto termico, come la conduzione, la manutenzione e il controllo, e altre operazioni per specifici componenti d'impianto.

Fabbisogno annuale globale di energia primaria: quantità di energia primaria relativa a tutti i servizi considerati nella determinazione della prestazione energetica, erogata dai sistemi tecnici presenti all'interno del confine del sistema, calcolata su un intervallo temporale di un anno.

Fabbisogno annuo di energia primaria per la climatizzazione invernale: la quantità di energia primaria globalmente richiesta, nel corso di un anno, per mantenere negli ambienti riscaldati la temperatura di progetto.

Fabbricato: sistema costituito dalle strutture edilizie esterne, costituenti l'involucro dell'edificio, che delimitano un volume definito e dalle strutture interne di ripartizione dello stesso volume. Sono esclusi gli impianti e i dispositivi tecnologici che si trovano al suo interno.

Fattore di conversione in energia primaria: rapporto adimensionale che indica la quantità di energia primaria impiegata per produrre un'unità di energia fornita, per un dato vettore energetico. tiene conto dell'energia necessaria per l'estrazione, il processamento, lo stoccaggio, il trasporto e, nel caso dell'energia elettrica, del rendimento medio del sistema di generazione e delle perdite medie di trasmissione del sistema elettrico nazionale e nel caso del teleriscaldamento, delle perdite medie di distribuzione della rete. Questo fattore può riferirsi all'energia primaria non rinnovabile, all'energia primaria rinnovabile o all'energia primaria totale come somma delle precedenti.

Fluido termovettore: fluido mediante il quale l'energia termica viene trasportata all'interno dell'edificio, fornita al confine energetico dell'edificio oppure esportata all'esterno.

Gradi giorno di una località: parametro convenzionale rappresentativo delle condizioni climatiche locali, utilizzato per stimare al meglio il fabbisogno energetico necessario per mantenere gli ambienti ad una temperatura prefissata. L'unità di misura utilizzata è il grado giorno, GG.

Generatore di calore o caldaia: è il complesso bruciatore-caldaia che permette di trasferire al fluido termovettore il calore prodotto dalla combustione.

Illuminazione: fornitura di luce artificiale quando l'illuminazione naturale risulti insufficiente per gli ambienti interni e per gli spazi esterni di pertinenza dell'edificio.

Involucro di un edificio: elementi e componenti integrati di un edificio che ne separano gli ambienti interni dall'ambiente esterno.

Impianto termico: impianto tecnologico destinato ai servizi di climatizzazione invernale o estiva degli ambienti, con o senza produzione di acqua calda sanitaria, indipendentemente dal vettore energetico utilizzato, comprendente eventuali sistemi di produzione, distribuzione e utilizzazione del calore nonché gli organi di regolarizzazione e controllo. Sono compresi negli impianti termici gli impianti individuali di riscaldamento. Non sono considerati impianti termici apparecchi quali: stufe, caminetti, apparecchi di riscaldamento localizzato ad energia radiante. Tali apparecchi, se fissi, sono tuttavia assimilati agli impianti termici quando la somma delle potenze nominali del focolare degli apparecchi al servizio della singola unità immobiliare è maggiore o uguale a 5 kW.

Non sono considerati impianti termici i sistemi dedicati esclusivamente alla produzione di acqua calda sanitaria al servizio di singole unità immobiliari ad uso residenziale ed assimilate.

Impianto termico di nuova installazione: impianto termico installato in un edificio di nuova costruzione o in un edificio o porzione di edificio antecedentemente privo di impianto termico.

Indice di prestazione energetica EP parziale: fabbisogno di energia primaria parziale riferito ad un singolo uso energetico dell'edificio (a titolo d'esempio: alla sola climatizzazione invernale e/o alla climatizzazione estiva e/o produzione di acqua calda per usi sanitari e/o illuminazione artificiale) riferito all'unità di superficie utile o di volume lordo, espresso rispettivamente in kWh/m^2anno o kWh/m^3anno.

Indice di prestazione energetica EP: fabbisogno di energia primaria globale riferito all'unità di superficie utile o di volume lordo riscaldato, espresso rispettivamente in kWh/m^2anno o kWh/ m^3anno.

Ispezioni sugli impianti termici: interventi di controllo tecnico e documentale in sito, svolti da esperti qualificati incaricati dalle autorità pubbliche competenti, mirato a verificare che gli impianti rispettino le prescrizioni del presente decreto.

Livello ottimale in funzione dei costi: livello di prestazione energetica che comporta il costo più basso durante il ciclo di vita economico stimato, dove:
1) il costo più basso è determinato tenendo conto dei costi di investimento legati all'energia, dei costi di manutenzione e di funzionamento e, se del caso, degli eventuali costi di smaltimento.
2) il ciclo di vita economico stimato si riferisce al ciclo di vita economico stimato rimanente di un edificio nel caso in cui siano stabiliti requisiti di prestazione energetica per l'edificio nel suo complesso oppure al ciclo di vita economico stimato di un elemento edilizio nel caso in cui siano stabiliti requisiti di prestazione energetica per gli elementi edilizi.
3) il livello ottimale in funzione dei costi si situa all'interno della scala di livelli di prestazione in cui l'analisi costi-benefici calcolata sul ciclo di vita economico è positiva.

Locale tecnico: ambiente utilizzato per l'allocazione di caldaie e macchine frigorifere a servizio di impianti di climatizzazione estivi e invernali con i relativi complementi impiantistici elettrici e idraulici, accessibile solo al responsabile dell'impianto o al soggetto delegato.

Macchina frigorifera: nell'ambito del sottosistema di generazione di un impianto termico, qualsiasi tipo di dispositivo (o insieme di dispositivi) che permette di sottrarre calore al fluido termovettore o direttamente all'aria dell'ambiente interno climatizzato anche mediante utilizzo di fonti energetiche rinnovabili.

Manutenzione: insieme degli interventi necessari, svolte da tecnici abilitati operanti sul mercato, per garantire nel tempo la sicurezza e la funzionalità e conservare le prestazioni dell'impianto entro i limiti prescritti.

Manutenzione ordinaria dell'impianto termico: insieme delle operazioni previste nei libretti d'uso e manutenzione degli apparecchi e componenti che possono essere effettuate in luogo con strumenti ed attrezzature di corredo agli apparecchi e componenti stessi e che comportino l'impiego di attrezzature e di materiali di consumo d'uso corrente.

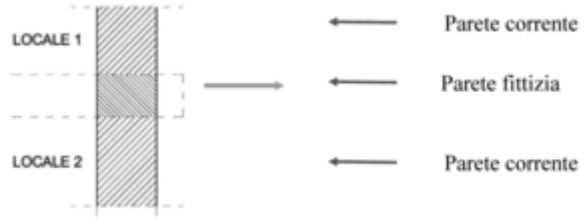
Manutenzione straordinaria dell'impianto termico: insieme degli interventi atti a ricondurre il funzionamento dell'impianto a quello previsto dal progetto e/o dalla normativa vigente mediante il ricorso, in tutto o in parte, a mezzi, attrezzature, strumentazioni, riparazioni, ricambi di parti, ripristini, revisione o sostituzione di apparecchi o componenti dell'impianto termico.

Massa superficiale è la massa per unità di superficie della parete opaca compresa la malta dei giunti esclusi gli intonaci, l'unità di misura utilizzata è il kg/m^2.

Norma tecnica europea: norma adottata dal Comitato europeo di normazione, dal Comitato europeo di normalizzazione elettrotecnica o dall'Istituto europeo per le norme di telecomunicazione e resa disponibile per uso pubblico.

Occupante: chiunque, pur non essendone proprietario, ha la disponibilità, a qualsiasi titolo, di un edificio e dei relativi impianti tecnologici.

Parete fittizia: la parete schematizzata in figura.



Ponte termico: discontinuità di isolamento termico che si può verificare in corrispondenza agli innesti di elementi strutturali (solai e pareti verticali o pareti verticali tra loro).

Ponte termico corretto:ponte termico in cui la trasmittanza termica della parete fittizia (il tratto di parete esterna in corrispondenza del ponte termico) non supera per più del 15% la trasmittanza termica della parete corrente.

Potenza termica convenzionale di un generatore di calore: potenza termica del focolare diminuita della potenza termica persa al camino in regime di funzionamento continuo. L'unità di misura utilizzata è il kW.

Potenza termica del focolare di un generatore di calore: prodotto del potere calorifico inferiore del combustibile impiegato e della portata di combustibile bruciato. L'unità di misura utilizzata è il kW.

Potenza termica utile nominale: potenza termica utile a pieno carico dichiarata dal fabbricante che il generatore di calore può fornire in condizioni nominali di riferimento.

Potenza termica utile di un generatore di calore: è la quantità di calore trasferita nell'unità di tempo al fluido termovettore. L'unità di misura utilizzata è il kW.

Pompa di calore: è un dispositivo o un impianto che sottrae calore dall'ambiente esterno o da una sorgente di calore a bassa temperatura e lo trasferisce all'ambiente a temperatura controllata.

Prestazione energetica di un edificio: quantità annua di energia primaria effettivamente consumata o che si prevede possa essere necessaria per soddisfare, con un uso standard dell'immobile, i vari bisogni energetici dell'edificio, la climatizzazione invernale e estiva, la preparazione dell'acqua calda per usi igienici sanitari, la ventilazione e, per il settore terziario, l'illuminazione, gli impianti ascensori e scale mobili. Tale quantità viene espressa da uno o più descrittori che tengono conto del livello di isolamento dell'edificio e delle caratteristiche tecniche e di installazione degli impianti tecnici. La prestazione energetica può essere espressa in energia primaria non rinnovabile, rinnovabile, o totale come somma delle precedenti.

Proprietario dell'impianto termico: il soggetto che, in tutto o in parte, è proprietario dell'impianto termico. nel caso di edifici dotati di impianti termici centralizzati amministrati in condominio e nel caso di soggetti diversi dalle persone fisiche gli obblighi e le responsabilità posti a carico del proprietario dal presente regolamento sono da intendersi riferiti agli amministratori.

Produzione di acqua calda sanitaria: fornitura, per usi igienico-sanitari, di acqua calda a temperatura prefissata ai terminali di erogazione degli edifici.

Rendimento di combustione o rendimento termico convenzionale di un generatore di calore: rapporto tra la potenza termica convenzionale e la potenza termica del focolare.

Rendimento globale medio stagionale dell'impianto termico: rapporto tra il fabbisogno di energia termica utile per la climatizzazione invernale e l'energia primaria delle fonti energetiche, ivi compresa l'energia elettrica dei dispositivi ausiliari, calcolato con riferimento al periodo annuale di esercizio. Ai fini della conversione dell'energia elettrica in energia primaria si considera il valore di riferimento per la conversione tra kWh elettrici e MJ definito con provvedimento dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas, al fine di tener conto dell'efficienza media di produzione del parco termoelettrico, e i suoi successivi aggiornamenti.

Rendimento di produzione medio stagionale: rapporto tra l'energia termica utile generata ed immessa nella rete di distribuzione e l'energia primaria delle fonti energetiche, compresa l'energia elettrica, calcolato con riferimento al periodo annuale di esercizio. Ai fini della conversione dell'energia elettrica in energia primaria si considera il valore di riferimento per la conversione tra kWh elettrici e MJ definito con provvedimento dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas, al fine di tener conto dell'efficienza media di produzione del parco termoelettrico, e i suoi successivi aggiornamenti.

Rendimento termico utile di un generatore di calore: rapporto tra la potenza termica utile e la potenza termica del focolare.

Responsabile dell'impianto termico: l'occupante, a qualsiasi titolo, in caso di singole unità immobiliari residenziali. Il proprietario, in caso di singole unità immobiliari residenziali non locate. L'amministratore, in caso di edifici dotati di impianti termici centralizzati amministrati in condominio. Il proprietario o l'amministratore delegato in caso di edifici di proprietà di soggetti diversi dalle persone fisiche.

Riqualificazione energetica di un edificio: un edificio esistente è sottoposto a riqualificazione energetica quando i lavori in qualunque modo denominati, a titolo indicativo e non esaustivo: manutenzione ordinaria o straordinaria, ristrutturazione e risanamento conservativo, ricadono in tipologie diverse da quelle indicate in precedenza.

Ristrutturazione di un impianto termico: insieme di opere che comportano la modifica sostanziale sia dei sistemi di produzione che di distribuzione ed emissione del calore. Rientrano in questa categoria anche la trasformazione di un impianto termico centralizzato in impianti termici individuali nonché la risistemazione impiantistica nelle singole unità immobiliari, o parti di edificio, in caso di installazione di un impianto termico individuale previo distacco dall'impianto termico centralizzato.

Ristrutturazione importante di un edificio: un edificio esistente è sottoposto a ristrutturazione importante quando i lavori in qualunque modo denominati (a titolo indicativo e non esaustivo: manutenzione ordinaria o straordinaria, ristrutturazione e risanamento conservativo) insistono su oltre il 25 per cento della superficie dell'involucro dell'intero edificio, comprensivo di tutte le unità immobiliari che lo costituiscono, e consistono, a titolo esemplificativo e non esaustivo, nel rifacimento di pareti esterne, di intonaci esterni, del tetto o dell'impermeabilizzazione delle coperture.

Schermature solari esterne: sistemi che, applicati all'esterno di una superficie vetrata trasparente permettono una modulazione variabile e controllata dei parametri energetici e ottico luminosi in risposta alle sollecitazioni solari.

SCOP: coefficiente di prestazione medio stagionale delle pompe di calore determinato in condizioni di riferimento secondo la EN 14825 per la climatizzazione invernale.

SEER: coefficiente di prestazione medio stagionale delle macchine frigorifere determinato in condizioni di riferimento secondo la EN 14825 per la climatizzazione estiva.

Servizi energetici degli edifici: servizi finalizzati alla climatizzazione invernale, climatizzazione estiva, alla produzione di acqua calda sanitaria ed all' illuminazione di un edificio.

Sistema di climatizzazione estiva o **Impianto di condizionamento d'aria**: complesso di tutti i componenti necessari a un sistema di trattamento dell'aria, attraverso il quale la temperatura è controllata o può essere abbassata.

Sistema tecnico, per l'edilizia: impianto tecnologico dedicato a un servizio energetico o a una combinazione dei servizi energetici o ad assolvere a una o più funzioni connesse con i servizi energetici dell'edificio. Un sistema tecnico è suddiviso in più sottosistemi.

Sostituzione di un generatore di calore: rimozione di un vecchio generatore e l'installazione di un altro nuovo, di potenza termica non superiore di più del 10% della potenza del generatore sostituito, destinato a erogare energia termica alle medesime utenze.

Sottosistema di generazione: apparecchio o insieme di più apparecchi o dispositivi che permette di trasferire, al fluido termovettore o direttamente all'aria dell'ambiente interno climatizzato o all'acqua sanitaria, il calore derivante da una o più delle seguenti modalità:

a) prodotto dalla combustione.

b) ricavato dalla conversione di qualsiasi altra forma di energia (elettrica, meccanica, chimica, derivata da fenomeni naturali quali ad esempio l'energia solare, etc.).

c) contenuto in una sorgente a bassa temperatura e riqualificato a più alta temperatura.

d) contenuto in una sorgente ad alta temperatura e trasferito al fluido termovettore.

Superficie utile: superficie netta calpestabile dei volumi interessati dalla climatizzazione ove l'altezza sia non minore di 1,50 m e delle proiezioni sul piano orizzontale delle rampe relative ad ogni piano nel caso di scale interne comprese nell'unità immobiliare, tale superficie è utilizzata per la determinazione degli specifici indici di prestazione energetica.

Temperatura dell'aria in un ambiente: la temperatura dell'aria misurata secondo le modalità prescritte dalla norma tecnica UNI 8364-1.

Terzo responsabile dell'impianto termico: la persona giuridica che, essendo in possesso dei requisiti previsti dalle normative vigenti e comunque di capacità tecnica, economica e organizzativa adeguata al numero, alla potenza e alla complessità degli impianti gestiti, è delegata dal responsabile ad assumere la responsabilità dell'esercizio, della conduzione, del controllo, della manutenzione e dell'adozione delle misure necessarie al contenimento dei consumi energetici.

Trasmittanza termica: flusso di calore che passa attraverso una parete per m^2 di superficie della parete e per grado K di differenza tra la temperatura interna ad un locale e la temperatura esterna o del locale contiguo.

Teleriscaldamento o teleraffrescamento: distribuzione di energia termica in forma di vapore, acqua calda o liquidi refrigerati da una o più fonti di produzione verso una pluralità di edifici o siti tramite una rete, per il riscaldamento o il raffrescamento di spazi, per processi di lavorazione e per la fornitura di acqua calda sanitaria.

Unità immobiliare: parte, piano o appartamento di un edificio progettati o modificati per essere usati separatamente.

Unità di micro-cogenerazione: unità di cogenerazione con potenza elettrica nominale inferiore a 50 kW rispondente ai requisiti di cui al decreto 4 agosto 2011.

Unità cogenerativa: unità comprendente tutti i dispositivi per realizzare la produzione simultanea di energia termica ed elettrica, rispondente ai requisiti di cui al decreto 4 agosto 2011.

Valori nominali delle potenze e dei rendimenti: sono i valori di potenza massima e di rendimento di un apparecchio specificati e garantiti dal costruttore per il regime di funzionamento continuo.

Vettore energetico: sostanza o energia fornite dall'esterno del confine del sistema per il soddisfacimento dei fabbisogni energetici dell'edificio.

APPENDICE

Scheda dati relativa alla conoscenza del contesto (vedi § 2.2.2)

SEZIONE I - Anagrafica, contesto urbano e dati climatici

SCHEDA DATI RELATIVA ALLA CONOSCENZA DEL CONTESTO

Denominazione del sito/ edificio	
Indirizzo del sito	

Soggetto o Ente proprietario	**Nominativo**			
	Qualifica			
	Indirizzo			
	Telefono		**Cell.**	
	e-mail			
Referente	**Nominativo**			
	Qualifica			
	Indirizzo			
	Telefono		**Cell.**	
	e-mail			

Parametri climatici

Zona climatica	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
Gradi Giorno (GC)						

Contesto urbano e posizione			
centro urbano	**centro storico**	**area industriale**	**area agricola**
periferia urbana			
edificio isolato	**connesso con altro edifici su ……lati**	**altro**	

DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO		
Planimetrie di ogni piano dell'edifico con indicazione delle destinazioni d'uso dei singoli locali	n° elaborati grafici	
Planimetrie delle coperture	n° elaborati grafici	
Prospetti e sezioni dell'edificio	n° elaborati grafici	
Bollette relative alle forniture di energia elettrica per i degli utlimi 12 mesi antecedenti	n° elaborati	
Bollette relative alle forniture di gas metano o altri combustibili degli ultimi 12 mesi	n° elaborati	

Scheda Anagrafica – I

SEZIONE II - SCHEDA EDIFICIO - Parametri di efficienza energetica e consumo

SCHEDA DATI RELATIVA ALLA CONOSCENZA DEL CONTESTO	
Denominazione del sito/ edificio	

Parametri di efficienza energetica ed ecologica		
Classe di certificazione energetica dell'edificio (ove nota)		
Volume netto riscaldato	**mc**	
Superficie calpestabile riscaldata	**mq**	
Volume netto con climatizzazione estiva	**mc**	
Superficie calpestabile con climatizzazione estiva	**mq**	
Consumo di acqua potabile	**mc**	
Consumo di acqua industriale o per innaffiamento (ove applicabile)	**mc**	

Consumi di energia primaria			
Consumo annuo di energia elettrica	**kWh**		
Costi annui di approvvigionamento di energia elettrica (comprese imposte ed IVA)	**€**		
Consumo annuo di combustibili (gas metano o GPL, gasolio od altro)	**Metano**	**mc**	
	GPL	**litri**	
	Gasolio	**litri**	
	Altro		
Costi annui di approvvigionamento combustibili (comprese imposte ed IVA)	**Metano**	**€**	
	GPL	**€**	
	Gasolio	**€**	
	Altro	**€**	

SEZIONE III - SCHEDA EDIFICIO - Destinazione d'uso, regimi autorizzativi e caratteristiche geometriche

SCHEDA DATI RELATIVA ALLA CONOSCENZA DEL CONTESTO	
Denominazione del sito/ edificio	

Destinazione d'uso	
Destinazione d'uso principale (indicare la destinazione d'uso prevalente)	
Destinazioni d'uso secondarie (elencare le eventuali destinazioni d'uso secondarie)	

Regimi autorizzativi		
Edificio soggetto ad autorizzazioni ai sensi del d.lgs. 42/2004	**SI**	**NO**
Edificio soggetto a rilascio di Certificato di prevenzione incendi (barrare la cella pertinente e riportare i codici delle attività di cui al D.P.R.151/2011)	**SI**	**NO**
	Per le attività di cui al D.P.R.151/2011:	
Altri vincoli autorizzativi (elencare brevemente)		

Caratteristiche geometriche		
Volumetria lorda totale (volume totale coperto al lordo delle strutture murarie)	**mc**	
Superficie coperta calpestabile totale	**mq**	
Superficie di copertura a terrazzo disponibile	**mq**	
Superficie di copertura a falde disponibile	**mq**	
Volumetria attualmente impegnata per locali tecnici impiantistici	**mc**	
Volumetria disponibile per locali tecnici impiantistici	**mc**	

SEZIONE IV - SCHEDA EDIFICIO - Caratteristiche tecnologiche edificio

SCHEDA DATI RELATIVA ALLA CONOSCENZA DEL CONTESTO	
Denominazione del sito/ edificio	

Involucro edilizio			
Caratteristiche delle principali tamponature esterne (murature isolate o non isolate descrivere brevemente)			
Caratteristiche della maggior parte degli infissi esterni (infissi a vetro semplice, o vetrocamera, materiale dei telai, presenza del taglio termico, etc., descrivere brevemente)			
Caratteristiche delle coperture (a falda o a terrazza, descrivere brevemente)			
Orario di esercizio *(eventuale)*			
Orario di esercizio giornaliero attività d'ufficio	**Feriale**		
	Festivo/ prefestivo		
Numero di giorni annui di apertura per attività di ufficio	**Feriali**		
	Festivi/ prefestivi		
Numero medio di presenze giornaliere di personale per le attività d'ufficio	**Feriale**	**n°**	
	Festivo/ prefestivo	**n°**	
Orario giornaliero di apertura al pubblico	**Feriale**		
	Festivo/ prefestivo		
Numero di giorni annui di apertura al pubblico	**Feriali**		
	Festivi/ prefestivi		
Numero medio di presenze giornaliere di pubblico	**Feriale**	**n°**	
	Festivo/ prefestivo	**n°**	

SEZIONE V- SCHEDA EDIFICIO - Caratteristiche tecnologiche impianti termici

SCHEDA DATI RELATIVA ALLA CONOSCENZA DEL CONTESTO	
Denominazione del sito/ edificio	

Impiantistica termica e di climatizzazione	
Tipologia impiantistica di riscaldamento (centralizzata o autonoma, a radiatori, ventilconvettori, o di tipo split, a tutt'aria centralizzata descrivere brevemente)	
Tipologia impiantistica di climatizzazione (centralizzata o autonoma, a ventilconvettori o di tipo split, o a tutt'aria centralizzata, descrivere brevemente)	
Modalità di produzione acqua calda sanitaria (centralizzata o locale, da fonte rinnovabile, descrivere brevemente)	
Tipologia generatori di acqua calda (caldaie tradizionali o a condensazione, pompe di calore, impianti solari termici, descrivere brevemente)	
Fonti di alimentazione dei generatori di acqua calda (energia elettrica, gas, gasolio, gpl od altro, descrivere brevemente)	
Tipologia generatori per climatizzazione estiva (gruppi frigoriferi condensati ad aria od acqua, sistemi ad espansione diretta centralizzati o di tipo split, altro, descrivere brevemente)	
Fonti di alimentazione dei generatori per la climatizzazione estiva (energia elettrica, gas, gasolio, gpl od altro, descrivere brevemente)	

SEZIONE VI - SCHEDA EDIFICIO - Caratteristiche tecnologiche impianti elettrici

SCHEDA DATI RELATIVA ALLA CONOSCENZA DEL CONTESTO	
Denominazione del sito/ edificio	

Impiantistica elettrica e di illuminazione			
Tipo di fornitura energia elettrica (barrare la cella pertinente)		**Bassa tensione**	**Media tensione**
Impegno di potenza di picco per la fornitura di energia elettrica (come da bolletta/contratto di fornitura)	**kW**		
Presenza di sistemi di produzione di energia elettrica (impianti fotovoltaici, sistemi di cogenerazione, etc.)		**SI**	**NO**
Potenza di picco resa dagli impianti di produzione di energia elettrica e breve descrizione degli impianti ove presenti	**kW**		
	Descrizione		
Tipologia prevalente dei corpi illuminanti nelle aree interne (apparecchi fluorescenti, a led, a incandescenza o alogeni, breve descrizione)			
Tipologia prevalente dei corpi illuminanti nelle aree esterne (apparecchi fluorescenti, a led, a incandescenza o alogeni, breve descrizione)			
Presenza di sistemi di attivazione e spegnimento automatico dell'impianto di illuminazione con rilevazione delle presenze (indicare l'eventuale presenza o assenza e descrivere brevemente)			
Eventuali utenze elettriche di elevata potenza (sistemi di pompaggio, macchinari specifici, descrivere brevemente			

SEZIONE VII - SCHEDA EDIFICIO - Iniziative e contratti in corso

SCHEDA DATI RELATIVA ALLA CONOSCENZA DEL CONTESTO	
Denominazione del sito/ edificio	

Contratti fornitura e gestione energetica	
Contratti in corso per forniture di energia (descrivere brevemente con particolare riferimento ad eventuali contratti con ESCO e figure di terzo responsabile)	
Contratti in corso per la gestione e manutenzione dell'impiantistica (descrivere brevemente con particolare riferimento ad eventuali contratti con ESCO e figure di terzo responsabile)	

Interventi di ristrutturazione programmati o in corso di realizzazione	
Eventuali iniziative in corso per la ristrutturazione dell'involucro edilizio (interventi su componenti murarie, sostituzione di infissi etc. descrivere brevemente)	
Eventuali iniziative in corso per la ristrutturazione dell'impiantistica (interventi su impiantistica meccanica ed elettrica, descrivere brevemente)	
Eventuali iniziative in corso per lo sfruttamento di fonti rinnovabili (impianti solari termici, fotovoltaici, eolici etc. descrivere brevemente)	

Gruppo di lavoro incaricato della redazione delle Linee di indirizzo

(decreto del Direttore generale per il paesaggio, le belle arti, l'architettura e l'arte contemporanee Rep. 701 del 20 agosto 2013)

Dott.ssa Maddalena Ragni – Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo – Direttore generale per il paesaggio, le belle arti, l'architettura e l'arte contemporanee (**coordinamento)**

Ing. Attilio Maurano – Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo – Direttore regionale per i beni culturali e paesaggistici della Basilicata

Arch. Francesco Scoppola - Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo - Direttore regionale per i beni culturali e paesaggistici dell'Umbria

Arch. Ugo Soragni - Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo – Direttore regionale per i beni culturali e paesaggistici del Veneto

Dott. Massimo Baraldi – Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo – Ufficio legislativo - Dirigente

Arch. Stefano D'Amico – Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo - Direzione generale per il paesaggio, le belle arti, l'architettura e l'arte contemporanee - Dirigente Servizio II – *Tutela del patrimonio architettonico*

Dott.ssa Marica Mercalli - Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo - Direzione generale per il paesaggio, le belle arti, l'architettura e l'arte contemporanee - Dirigente Servizio III – *Tutela del patrimonio storico-artistico ed etnoantropologico*

Arch. Roberto Banchini - Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo - Direzione generale per il paesaggio, le belle arti, l'architettura e l'arte contemporanee - Dirigente Servizio IV – *Tutela e qualità del paesaggio*

Arch. Maria Grazia Bellisario - Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo - Direzione generale per il paesaggio, le belle arti, l'architettura e l'arte contemporanee - Dirigente Servizio V – *Architettura e arte contemporanee*

Ing. Caterina Rubino – Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo – Segretariato generale - Funzionario ingegnere

Prof. Arch. Alessandra Battisti – Professore di progettazione ambientale e tecnologia dell'architettura presso l'Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

Prof. Arch. Giovanni Carbonara - Professore di restauro dei monumenti presso l'Università degli Studi di Roma "La Sapienza"; Direttore della Scuola di specializzazione in beni architettonici e del paesaggio dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza";

Prof. Ing. Livio De Santoli – Professore di fisica tecnica ambientale presso l'Università degli Studi di Roma "La Sapienza"; Professore di impianti tecnici presso la Scuola di specializzazione in beni architettonici e del paesaggio dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza".

Da agosto a dicembre 2014, ha poi coordinato il gruppo di lavoro, in qualità di nuovo Direttore generale per il paesaggio, le belle arti, l'architettura e l'arte contemporanee il **Dott. Gregorio Angelini.**

Ha inoltre collaborato alla redazione dei testi **l'Arch. Irina Baldescu** – Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo – Direzione regionale per i beni culturali e paesaggistici del Veneto – Funzionario architetto.